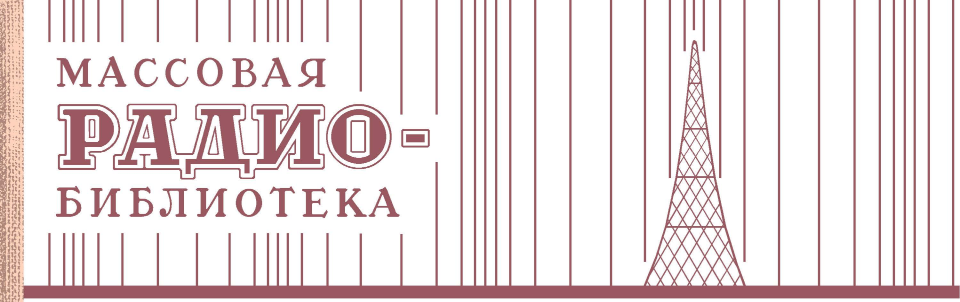
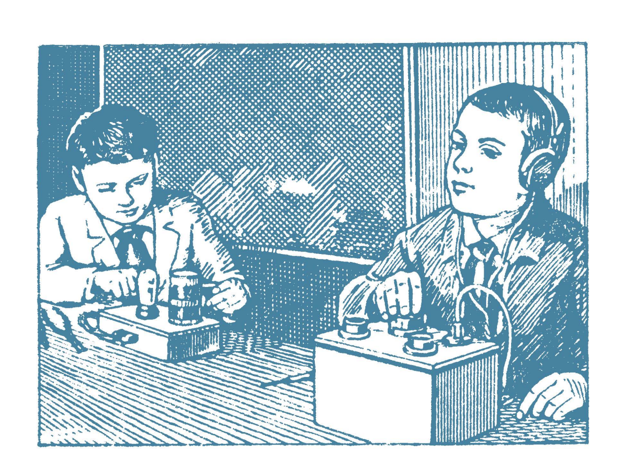


В. Г. БОРИСОВ

ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 100

В. Г. БОРИСОВ

ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1951 ЛЕНИНГРАД

Книга предназначается для широкого круга начинающих радиолюбителей. В форме популярных бесед она знакомит читателей с историей изобретения и развитием радио, элементарной электрорадиотехникой и содержит в себе более 20 описаний простых конструкций, включая детекторные и ламповые приемники, усилители низкой частоты, радиоузел, измерительные приборы и приспособления. Прилагается справочный материал.

Книга может быть использована руководителями радиокружков по изучению и постройке детекторных и ламповых приемников, работающих по программам, утвержденным ЦК ДОСАРМ и аналогичным программам Министерства просвещения РСФСР.

Редактор *Р. М. Малинин* Техн. редактор *Г. Е. Ларионов*

Сдано в пр-во 21/X 1950 г. Подписано к печати 13/II 1951 г.
Бумага $84 \times 108^1/_{32} = 5^1/_2$ бумажных 18,04 п. л. Уч.-изд. л. 21
Т-01511. Тираж 75 000 (1-й завод—25 000) Зак. № 319

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Ни в одной области человеческих знаний не было такой массовой общественно-технической самодеятельности, охватывающей людей самых различных возрастов и профессий, как в радиотехнике. Радиолюбительство — это могучее движение, которое привело к участию в радиоэкспериментах тысячи энтузиастов, посвящающих свой досуг технике.

Наше советское радиолюбительство имеет еще особую отличительную черту: оно носило и носит в себе идею служения своей Родине, ее техническому процветанию и культурному развитию».

Так характеризовал значение радиолюбительства покойный президент Академии наук СССР академик С. И. Вавилов.

Советское радиолюбительство носит творческий характер, оно тесно связано с практикой социалистического строительства. Радиолюбители активно участвуют в радиофикации страны, продвигают радиотехнические методы в различные отрасли народного хозяйства. Они создают новые оригинальные конструкции, экспериментируют в области радиосвязи, помогают развитию телевидения, звукозаписи, работают над созданием наглядных пособий для изучения радиотехники.

Радиолюбительство способствует повышению общей технической культуры трудящихся, готовит ценные кадры для радиофикации страны, для радиопромышленности, для наших вооруженных сил.

Наиболее многочисленный отряд радиолюбителей всегда составляли и составляют юные радиолюбители.

Большинство радиокружков работает в школах.

Многие наши квалифицированные радиолюбители, известные участники всесоюзных радиовыставок, активные коротковолновики начали свое знакомство с радиотехникой в школьных радиокружках.

Школьные радиокружки проводят сейчас большую работу по радиофикации села, являясь во многих областях Советского Союза активными помощниками местных организаций по продвижению на село радиоприемников, созданию радиоузлов и подготовке техников-практиков для обслуживания радиоустановок коллективного пользования.

Достаточно вспомнить о школьном радиокружке села Тетлега Чугуевского района Харьковской области, радиофицировавшем самодельными детекторными приемниками три села, о школьниках-досармовцах Исаковской школы Вяземского района Смоленской области, установивших около семисот детекторных приемников и поднявших движение за распространение детекторных приемников не только в своем районе, но и по всей области.

В Омской области, где за короткий срок было установлено около 100 000 детекторных приемников, создано много школьных радиокружков, активно помогающих осуществлению радиофикации.

Одновременно школьные радиокружки помогают учащимся закреплять и углублять знания по физике и математике, развивают у них навыки самостоятельной творческой и конструкторской деятельности, вооружают их практическими трудовыми навыками, знакомят с историей и достижениями отечественной радиотехники.

Многие школьные радиокружки деятельно участвуют в оснащении своих физических кабинетов, создают оригинальные учебные пособия.

Большое значение развитию радиолюбительства в школе придают Центральный комитет ВЛКСМ и Министерство просвещения РСФСР и других Союзных республик.

Однако, несмотря на растущий выпуск популярной радио-

технической литературы, мы до сих пор не имеем пособия для юных радиолюбителей и членов школьных радиокружков.

Последний раз такая книга под названием «Юный радиолюбитель» А. Ф. Шевцова вышла почти 15 лет тому назад. Между тем спрос на подобную книгу в настоящее время чрезвычайно велик как со стороны юных радиолюбителей, так и руководителей школьных радиокружков.

А. Ф. Шевцов — написавший книгу «Юный радиолюбитель» — известный популяризатор радиотехники и редактор первого советского радиолюбительского журнала, умер в 1943 г.

Автор—ученик А. Ф. Шевцова, поставил перед собой задачу капитально переработать книгу и дополнить ее, с тем, чтобы получилось современное пособие для юных радиолюбителей и радиокружков, оставив прежнее ее название «Юный радиолюбитель».

Книга написана по программам для школьных радиокружков по изучению детекторных и ламповых радиоприемников, которые рассчитаны на два учебных года с учетом, что ее читатель незнаком с электротехникой.

В своей практической части книга опирается на опыт школьных радиокружков и работу автора по руководству занятиями с юными радиолюбителями на Центральной станции юных техников им. Н. М. Шверника.

Автор ждет отзывов и замечаний от юных радиолюбителей, работников станций юных техников, руководителей радиокружков и радиолабораторий домов и дворцов пионеров.

Отзывы об этой книге просьба направлять по адресам: Москва, Шлюзовая набережная, дом 10, Госэнергоиздат, или Москва, центр, проезд Серова, д. 4, подъезд № 6, Центральная станция юных техников им. Н. М. Шверника.

Автор

СОДЕРЖАНИЕ

Беседа первая

РАДИО — РУССКОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Каждый год — 7 мая наша страна отмечает «День радио». Этот праздник установлен нашим правительством в память об одном из самых замечательных событий в истории русской науки и техники — дне рождения радио.

7 мая 1895 г. гениальный русский ученый-физик, преподаватель электроминной школы в Кронштадте Александр Степанович Попов на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге впервые в мире продемонстрировал изобретенный им радиоприемник.

Тяжелым и упорным трудом А. С. Попов получил знания, позволившие ему изобрести радио и положить начало радиотехнике. Еще в детстве он интересовался техникой, строил различные модели машин, а когда окончил физико-математический факультет Петербургского университета, стал работать в области электротехники. Вскоре Александр Степанович сделался крупным специалистом по практическому применению электроэнергии.

А. С. Попов занимался изучением природы электрической искры. К тому времени ученые знали, что с помощью электрической искры можно получить токи высокой частоты и невидимые, не ощущаемые ни одним органом чувств человека электромагнитные волны. Было также известно, что эти волны распространяются в пространстве со скоростью, равной скорости света — 300 000 километров в секунду и, встречая на своем пути электрические проводники, возбуждают в них токи высокой частоты. Однако никто из ученых не сумел использовать электромагнитные волны для практических целей.

А. С. Попов был не только выдающимся ученым, но и хорошим пропагандистом новых научных открытий. Он читал

лекции и доклады по физике, сопровождая их демонстрацией приборов собственного изготовления.

Читая лекции об электромагнитных волнах и показывая опыты с электрической искрой, Александр Степанович выражал уверенность о возможности использования электромагнитных волн для сигнализации на расстоянии без проводов.

Это была необычайно смелая мысль.

В то время русский военный флот оснащался новой техникой. И Александр Степанович чувствовал потребность в новом виде связи для преодоления морских просторов. Он был русским человеком, любящим свою родину, поэтому не щадя своих сил искал новое, еще невиданное средство связи, могущее оказать услугу родному флоту.

Благодаря своей исключительной настойчивости и вере в свою идею, после многолетнего упорного труда А. С. Попов изобрел первый в мире радиоприемник, способный принимать на расстояние в несколько десятков километров электромагнитные волны, создаваемые атмосферными электрическими разрядами — молниями.

Этому приемнику, испытанному на «приеме грозы», Александр Степанович дал скромное название грозоотметчика.

Не прошло года, и энтузиаст-ученый с помощью прибора, создающего искусственную молнию — электрическую искру, и усовершенствованного им радиоприемника осуществил телеграфирование без проводов на расстояние 250 *м*. Это было 24 марта 1896 г.

Теперь началась борьба за увеличение дальности радиопередачи. Испытания новых конструкций радиоприборов проходили на земле, на воздушном шаре, но больше всего на море.

Предел дальности радиосвязи быстро увеличивался. Так, 30 июня 1897 г. надежная радиосвязь достигла 11 *км*, 10 июля — 30 *км*, затем 45 *км*.

Поздней осенью 1899 г. броненосец береговой обороны «Генерал-адмирал Апраксин», во время снежного шторма потерял ориентировку и сел на камни у пустынных берегов острова Гогланд. Спасательные работы задерживались из-за отсутствия надежной постоянной связи. На помощь пришло радио. А. С. Попов, совместно со своим верным помощником П. Н. Рыбкиным, построили приемно-передающие радиостанции и установили надежную двухстороннюю связь с островом Гогланд.



Александр Степанович Попов.

5 февраля 1900 г. в 14 час. 15 мин. П. Н. Рыбкин, находившийся на о. Гогланд, принял от Александра Степановича радиограмму, которая гласила:

«Командиру «Ермак». Около Лавенсаари оторвало льдину с рыбаками. Окажите помощь».

Ледокол «Ермак», находившийся в это время у о. Гогланд, немедленно снялся с якоря, вышел на поиски и принял со льдины на свой борт 27 рыбаков. Люди были спасены благодаря радио. Это была новая крупнейшая победа русской техники.

До конца своей жизни Александр Степанович Попов не прекращал усовершенствования своего изобретения. Летом 1901 г. Александр Степанович добился уверенной двухсторонней радиосвязи на расстояние до 150 *км*, а к лету 1902 г. радиостанции конструкции А. С. Попова были установлены на двадцати двух боевых кораблях родного русского флота. Идея русского ученого по использованию электромагнитных волн или, как их теперь часто называют, радиоволн в качестве средства связи была воплощена в жизнь.

Великий изобретатель радио не ограничил свою деятельность оснащением флота. Он стремился шире использовать новое средство связи. А. С. Попов разработал первые армейские радиостанции и успешно использовал их на маневрах, проводил также опыты по связи воздушного шара с землей и тем самым положил начало развитию радио в армии и воздушном флоте.

Кроме этого он сделал еще одно важнейшее открытие. Во время опытов по радиосвязи в Балтийском море летом 1897 г. А. С. Попов обнаружил, что радиоволны отражаются от кораблей.

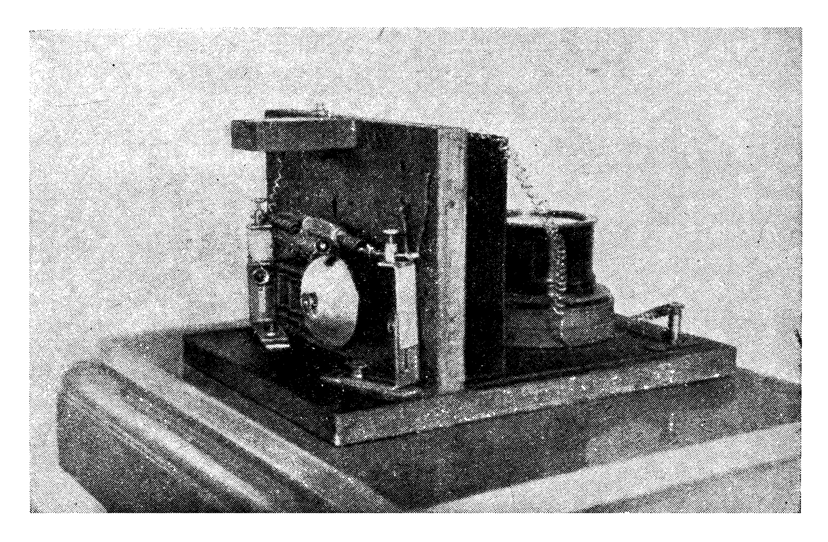
Ученый сделал из этого вывод о возможности практического использования этого явления задолго до возникновения современной радиолокации и радионавигации.

Не раз иностранные капиталисты предлагали А. С. Попову горы золота за его изобретение. Но он всякий раз отвечал, как истинный патриот своей Родины:

«Я русский человек, и все свои знания, весь свой труд, все свои достижения я имею право отдавать только моей Родине».

До Великой Октябрьской социалистической революции радио являлось только средством связи специального назначения. И только с Советской властью оно стало достоянием

трудящихся. В 1918 г., по предложению Ленина и Сталина, была создана Нижегородская лаборатория, объединяющая лучших русских радиоспециалистов. Эта лаборатория имела большое значение в развитии не только отечественной, но и мировой радиотехники. Руководил работой лаборатории талантливый инженер и крупнейший изобретатель в области радио проф. М. А. Бонч-Бруевич.



Грозоотметчик А. С. Попова.

Ленин и Сталин неустанно следили за работой лаборатории и всячески ее поддерживали. В результате этого, еще во время гражданской войны и разрухи, Нижегородская радиолаборатория имела такие большие достижения в развитии отечественной радиотехники, которых не было за границей.

Уже в конце 1919 г. проф. М. А. Бонч-Бруевич проводил успешные опыты по радиотелефонной передаче, которые показали возможность передавать по радио на большие расстояния живую речь. Дальность действия радиотелефонного передатчика непрерывно увеличивалась. Из многих мест поступали телеграммы: «Слышали человеческий голос по радио. Объясните».

Когда Владимир Ильич узнал о результате этих опытов, он с гениальной прозорливостью сразу оценил огромное их зна-

чение. В письме М. А. Бонч-Бруевичу он писал: «Газета без бумаги и «без расстояний», которую Вы создаете, будет великим делом. Всяческое и всемерное содействие обещаю Вам оказывать этой и подобной работам».

В исполнение ленинских указаний, в августе 1922 г. в Москве была открыта построенная Нижегородской радиолабораторией самая мощная в мире телеграфно-телефонная станция имени Коминтерна. В это время в Германии и во Франции самые большие радиотелефонные станции имели мощность в $2^1/_2$ раза меньше, а в Америке в 8 раз меньше, чем радиостанция имени Коминтерна. А через 4 года в Москве был построен новый радиотелефонный передатчик «Большой Коминтерн», почти в 4 раза более мощный, чем передатчик станции им. Коминтерна, начавший работать в 1922 году.

Радиовешание в нашей стране началось раньше, чем в Европе. 17 сентября 1922 г. через московскую радиостанцию имени Коминтерна был передан первый большой радиоконцерт. Английские и французские радиостанции начали радиовещание спустя три месяца, а немецкие — только в конце 1923 года.

В июне 1924 г., по инициативе товарища Сталина, Совет Народных Комиссаров СССР издал постановление, разрешающее установку радиоприемников всем гражданам и организациям.

Началось бурное развитие радиовещания и радиолюбительства. Отечественная промышленность построила радиовещательные станции во многих городах Советского Союза и приступила к массовому выпуску радиоприемников и радиодеталей. Начался выпуск радиолюбительской литературы, в том числе массового журнала «Радиолюбитель». Радиофикация охватила всю Страну Советов.

Теперь наша Родина имеет большое число радиовещательных станций, которые передают более чем на 70 языках народов СССР разнообразные программы: последние известия, лекции, доклады, музыку. Сейчас нет такого уголка в Советском Союзе, куда не доходили бы волны советского радио, где не было бы радиоприемника.

Наряду с радиофикацией с помощью отдельных радиоприемников, широкое распространение в нашей стране получила также радиофикация с помощью радиотрансляционных узлов, которые сокращенно называют иногда радио-



А. С. Попов принимает первую в мире радиограмму (с картины художника Шимко).

узлами. На радиотрансляционном узле имеется хороший радиоприемник, принимающий радиовещательную передачу. Принятая радиопередача усиливается и затем передается к слушателям по проводам. У радиослушателя устанавливается громкоговоритель, снабженный регулятором, позволяющим изменять громкость. Громкоговоритель работает бесперебойно, по расписанию радиоузла, не требуя почти никаких забот со стороны радиослушателя.

Радиовещание в нашей стране стало самым мощным средством политического воспитания и просвещения народа.

Когда по радио выступает товарищ Сталин, и весь многомиллионный советский народ слушает с затаенным дыханием каждое слово любимого вождя, мы можем сказать, что это и есть «митинг с миллионной аудиторией», о котором мечтал Ленин и который создал Сталин.

Радио прочно вошло в культуру и быт советских людей.

Благодаря радио можно не только слышать, но и видеть то, что происходит за несколько десятков километров. В Москве и Ленинграде работают телевизионные центры, которые «доставляют на дом» телезрителям концерты, оперы, балет, кинокартины и т. д. В ближайшие годы в ряде крупнейших городов СССР вступят в строй новые телевизионные центры.

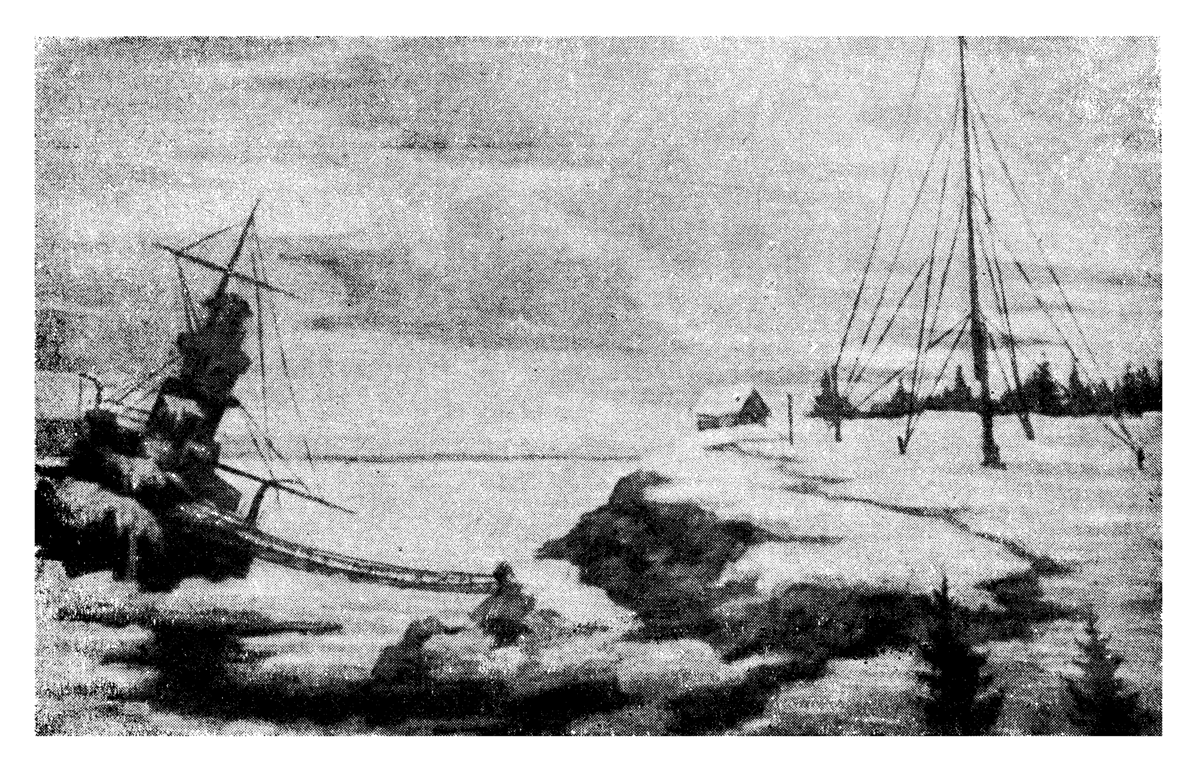
Нужно отметить, что Московский телевизионный центр передает изображение с такой хорошей четкостью, которая еще не освоена другими странами.

Советские люди горды тем, что родиной телевидения также является наша страна. Русский ученый Столетов открыл важнейшие законы фотоэффекта (получения электричества под действием света) и создал первый фотоэлемент, а русский ученый Розинг еще в 1907 г. получил первое «электронное» телевизионное изображение.

Радиотехника находит все большее и большее применение в самых различных областях науки, техники, промышленности, сельского хозяйства.

Тысячи радиостанций «Урожай» помогают держать связь МТС с тракторными бригадами и тем самым осуществлять оперативное руководство полевыми работами.

В широких масштабах применяется радио для связи между машинистами маневровых паровозов и диспетчерами железнодорожных станций. А теперь уже паровозные радиостанции начинают устанавливаться не только для обслуживания



Радиостанция А. С. Попова на острове Гогланд.

маневров, но и для связи машинистов товарных и пассажирских поездов со станционными диспетчерами.

Радио — незаменимое средство связи в Советской Армии. Только с помощью радиосвязи можно руководить боевыми операциями в фронтовой обстановке. В годы Великой Отечественной войны радиолокационные станции помогали нашим морякам и летчикам своевременно обнаруживать самолеты и корабли противника и наносить им сокрушающие удары.

Но радиолокация служит не только военным целям. Она является прекрасным средством безопасного вождения самолетов и судов в любую погоду. Большую пользу радиолокация приносит и науке. Радиосигнал, посланный с земли мощной радиолокационной станцией, достиг луны, отразился от нее и вернулся к приемнику этой станции. Так удалось уточнить расстояние до луны.

Геологи используют радио для разведки земных недр. Радио широко применяется в медицине для излечения тяжелых заболеваний: радиотехническими аппаратами убивают различные вредные бактерии, стерилизуют пищевые продукты.

В Советском Союзе впервые в мире с помощью токов высокой частоты стали производить закалку и плавку металлов, что имеет очень важное значение для современного машиностроения. Этот метод предложил русский ученый, член-корреспондент Академии наук СССР, лауреат Сталинской премии В. П. Вологдин.

Токи высокой частоты широко используются для скоростной сушки древесины, сушки зерна и для многих других целей.

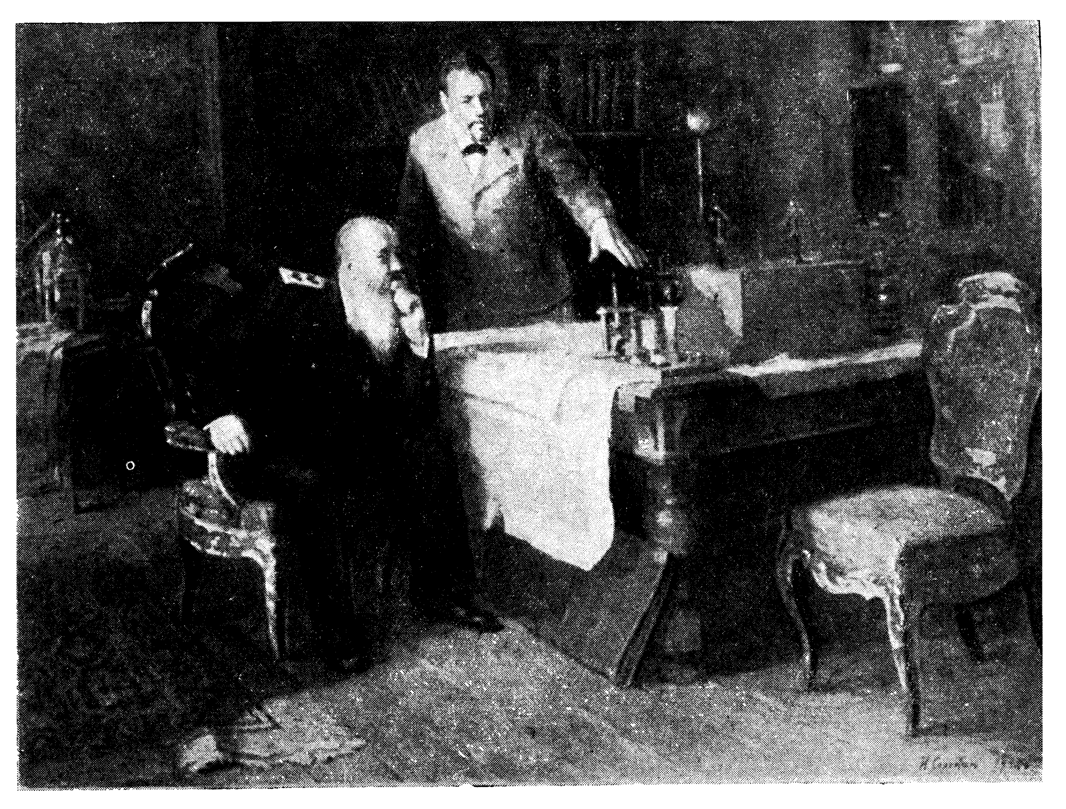
С помощью разработанных в СССР радиозондов — легких автоматически действующих радиопередатчиков, поднимаемых на воздушных шарах, метеорологи получили возможность наблюдать за состоянием атмосферы на высоте в несколько десятков километров.

Радиотехника дала возможность производить высококачественную запись звука, создать совершенно новые музыкальные инструменты.

Это далеко не полный перечень всех возможностей радиотехники, основоположником которой является А. С. Попов.

Еще большее развитие получает радиотехника в годы послевоенных сталинских пятилеток. Это обеспечивается нашей радиопромышленностью, имеющей первоклассные заводы, делающие самые сложные радиоаппараты.

Советские ученые и инженеры широко развили изобретение своего великого соотечественника и обеспечили нашей стране



А. С. Попов демонстрирует адмиралу Макарову первую в мире радиоустановку (с картины художника И. С. Сорокина).



Радиостанция помогает оперативно руководить полевыми работами.

приоритет во всех основных вопросах современной радиотехники.

Свидетельством тому являются увеличивающееся с каждым годом число радиоспециалистов, удостоенных звания лауреата Сталинской премии.

За один только 1949 г. свыше семидесяти радиоспециалистов получили эту высокую награду.

За выдающиеся научные работы и изобретения в области радио член-корреспондент Академии наук СССР В. П. Вологдин, академик Б. А. Введенский и член-корреспондент Академии наук СССР А. Л. Минц удостоены почетной награды — Золотой медали имени А. С. Попова.

Тысячи замечательных радистов, радиотехников, инженеров, стахановцев радиозаводов и радиолюбителей награждены значком «Почетный радист» за творческий вдохновенный труд во славу прогресса радиофикации, радиосвязи и радиотехники могучей страны советов — родины радио.

Слава великого русского ученого-патриота А. С. Попова растет и ширится в делах людей советского социалистического государства.

Беседа вторая

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВО

С ЧЕГО НАЧАТЬ

Прочитав первые страницы этой книжки, наш юный читатель, вероятно, задал себе вопрос: с чего начать изучение радиотехники, применение которой так разнообразно?

Для начинающего радиолюбителя наиболее доступной является постройка простых радиоприемников и изучение с их помощью техники приема радиовещания. К услугам радиолюбителей, желающих самостоятельно строить радиоприемники, имеются в продаже готовые части (детали) и материалы для их изготовления.

На постройке простых радиовещательных радиоприемников легче всего приобрести опыт, необходимый для дальнейшего, более глубокого изучения радиотехники, для постройки более сложных радиоприборов.

Так как радиовещание существует уже давно, многим оно кажется обычным делом, не таким увлекательным и заманчивым, как другие области радиотехники. Но это только потому, что мы к радиовещанию привыкли, оно вошло в наш быт так

же прочно, как книга, электрическая лампочка, швейная машина, часы и т. д. Однако стоит только немного подумать, чтобы понять, что радиовещание является большим достижением человеческого разума. В самом деле, разве не замечательно — находясь за сотни и тысячи километров от столицы нашей Родины — Москвы, слушать то, что происходит на Красной площади в праздничные дни? Разве не привлекательно, вращая ручку радиоприемника, переноситься из города в город, отстоящие за сотни и тысячи километров от нас? Разве не достойно восхищения — находясь где-нибудь в деревне, в лагере, в поезде, на самолете, слушать оперу из Московского Большого театра? А разве не увлекательно — установить радиоприемник у себя дома в семье, в родной школе, в лагере, в колхозе, дать возможность своим родным и товарищам проводить культурно отдых, слушать голос родной Москвы.

Великий Ленин называл радиовещание «газетой без бумаги и без расстояний». Товарищ Киров говорил, что радиовещание является сильнейшим оружием партии и Советской власти, называя его сильнейшим рычагом повышения культурного уровня трудящихся.

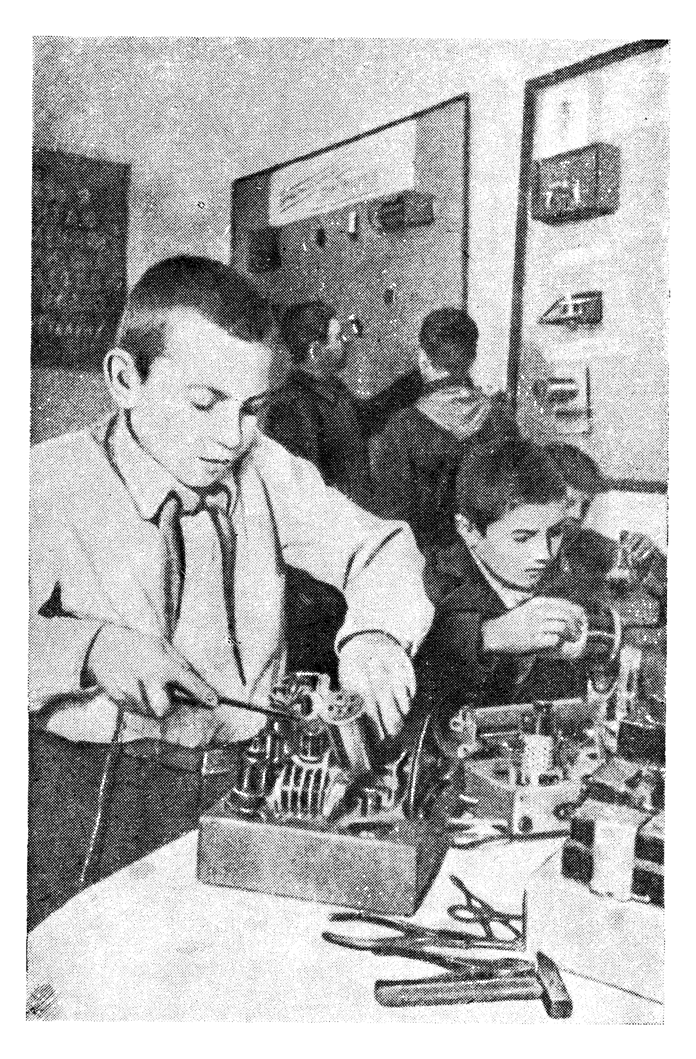
Высокая честь для пионеров, юных техников, участвовать в большом, государственно важном деле — радиофикации страны, помогать этим строительству коммунизма.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВА В СССР

В нашей стране радиолюбительство получает организованную поддержку и руководство. Возглавляет радиолюбительское движение Добровольное общество содействия армии (Досарм), имеющее широкую сеть республиканских и областных радиоклубов, а также центральный радиоклуб (Москва, Сретенка, Сильверстов пер., дом 1/26), имеющий письменную консультацию, которая отвечает радиолюбителям по почте на их вопросы и высылает брошюры и листовки с описаниями различных радиоконструкций.

Кружки юных радиолюбителей могут получить необходимые советы, программы, методические указания из радиолаборатории Центральной станции юных техников им. Н. М. Шверника.

Во многих городах имеются станции юных техников, отделы техники Дворцов и Домов пионеров, где юные радиолюбители также могут получать необходимую техническую консультацию и заниматься в радиокружках.



На занятиях кружка юных радиолюбителей.

Кроме того, техники радиоузлов, демобилизованные из Советской Армии радисты, а также опытные радиолюбители никогда не откажут в нужном совете.

Для радиолюбителей издается ежемесячный научно-популярный радиотехнический журнал «Радио». На страницах журнала помещаются общественно-политические и научно-технические статьи, описание промышленной радиоаппаратуры, любительских конструкций и пр.

В помощь радиолюбителям Государственное энергетическое издательство выпускает ежегодно десятки брошюр под общим названием «Массовая радиобиблиотека».

Ежегодно для подведения итогов и обмена опытом работы радиолюбителей-конструкторов Добровольное общество содействия армии совместно с Министерством просвещения РСФСР проводят традиционные выставки радиолюбительского творчества.

В 1949 г. была проведена 8-я Всесоюзная заочная радиовыставка; 9-я радиовыставка состоится в 1951 году. Участвовать в радиовыставках может каждый радиолюбитель. Лучшие конструкции, представляющие технический интерес, поощряются ценными призами, награждаются дипломами и грамотами, опубликовываются в журнале «Радио», а иногда используются нашей промышленностью для массового производства.

Литературу по радиотехнике можно выписать наложенным платежом, т. е. сначала нужно послать заказ по адресу: Москва, проезд Куйбышева, д. 8, «Книга почтой», — а оплата производится при получении литературы на почте.

Радиолюбители могут приобрести различную радиоаппаратуру и детали через посылочную контору «Союзпосылторг» Министерства торговли СССР, имеющую отделения в Москве и ряде других крупных городов. Адрес Всесоюзной посылочной конторы «Союзпосылторга»: Москва 35, Овчинниковская набережная, д. 8.

КАК ИЗУЧАТЬ РАДИОТЕХНИКУ

Самый лучший метод изучения радиотехники (да и не только радиотехники, а вообще науки и техники) — в кружке или группой в несколько человек, даже если нет квалифицированного руководителя. Русская пословица говорит: «Одна голова — хорошо, а две головы еще лучше». Так и в группе. То, что не поймет один — поможет товарищ. Да и с инструментом в группе легче. У одного есть молоток и пила; у второго — плоскогубцы и кусачки; у третьего — дрель и фанера;

у четвертого имеются кое-какие детали; пятый договорится об уголке в школе, где можно будет мастерить, и т. п. А там поможет учитель, пионервожатый, найдутся «болельщики» радио. В результате получится хороший коллектив, способный преодолеть любые трудности.

Изучая радиотехнику, помните основное условие — не забегайте вперед. В конце книги описаны более заманчивые конструкции приемников, чем в начале, но они сложные. Построить без первоначальных знаний и опыта сложную конструкцию, может быть, и удастся, и работать она, возможно, кое-как будет, но при первой же неполадке юный радиолюбитель не найдет правильного выхода из создавшегося затруднения.

Со временем наш читатель может научиться строить телевизоры, звукозаписывающие аппараты, управлять по радио моделями и машинами, а может быть, сконструирует сложнейший радиоаппарат, который принесет пользу нашей любимой Родине. Но изучение радиотехники нужно начать, конечно, не с самого трудного, а наоборот, с наиболее доступного, простого — с приема радиовещания.

Радиотехника является разделом электротехники, а электротехника — разделом физики. Поэтому нашим юным читателям по мере углубления в радиотехнику придется сдружиться с «Курсом физики» и почаще в него заглядывать.

Дружба с «Курсом физики» благоприятно скажется на учебе и в повседневной жизни.

Беседа третья

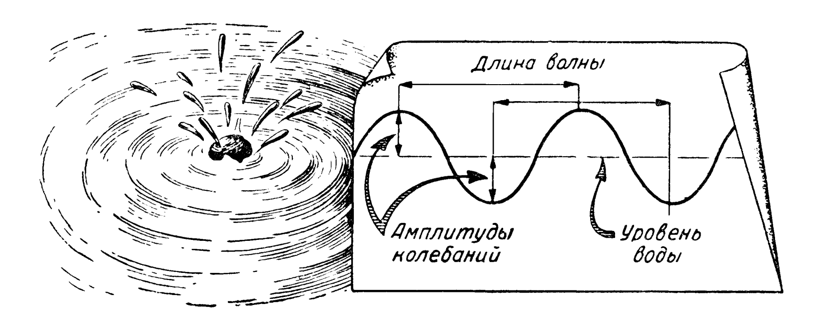
О ЗВУКЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОКЕ

Впервые знакомящемуся с радио наиболее непонятным кажется то, что радиопередача происходит без видимой связи между передающей радиостанцией и радиоприемником.

Для того чтобы понять это, нам нужно сначала познакомиться с природой звука — как он возникает и распространяется, как и почему мы слышим звук; нужно поговорить о том, что такое электрический ток, а также о том, как устроен телефон, как с помощью электрического тока происходит передача разговора по проволоке. Не узнав предварительно обо всем этом, наш юный читатель не сможет ясно себе представить, как происходит радиопередача и радиоприем.

О ЗВУКЕ И ВОЛНАХ

Звук представляет собой колебания частиц воздуха. Эти колебания распространяются волнообразно наподобие водяных волн. Но водяные волны создаются на поверхности воды в одной плоскости, а звуковые волны распространяются во всей толще воздуха. Звуковые волны, так же, как и волны на воде (фиг. 1) могут быть сильными или слабыми, редкими или частыми. Сильными волнами мы называем такие волны, которые имеют большой размах колебаний



Фиг. 1. От удара камня о поверхность воды возникают водяные волны.

(как говорят, амплитуду); слабые имеют малый размах колебаний. Длиной волны мы называем расстояние между двумя соседними бегущими горбами или впадинами.

На воде волны образуются изменением состояния ее поверхности, например, от удара брошенного камня. Камень, ударяясь о поверхность воды, сообщает ей свою энергию движения. За счет этой энергии частицы воды начинают колебаться — перемещаться то вверх, то вниз, заставляя двигаться за собой соседние водяные частицы.

Заметим, что частицы воды колеблются перпендикулярно к направлению движения волны: водяные частицы перемещаются вверх и вниз, а волна распространяется от места падения камня вдоль поверхности воды в виде концентрических кругов. С течением времени энергия волн распределяется на все большую поверхность и их амплитуда уменьшается. Встречая на своем пути какое-нибудь препятствие, например берег, волны отдают ему свою энергию.

Энергия волн, возникших от брошенного камня, невелика. Но мы знаем, какие большие разрушения берега могут производить морские волны, обладающие большой амплитудой. Эти разрушения осуществляются той энергией, которую волны непрерывно отдают берегу.



Фиг. 2. Когда колеблется струна, в воздухе возникают звуковые волны.

Чтобы возникла звуковая волна в воздухе, нужно произвести тоже какое-то воздействие на частицы воздуха.

Посмотрим, как получается звук, например, от струны гитары. Если оттянуть струну гитары (фиг. 2), а потом ее отпустить, то она будет дрожать, или, как говорят, придет в колебание. Достаточно сильные колебания струны заметны на-глаз. Более слабые колебания струны можно «почувствовать» как легкое щекотание, если прикоснуться к ней пальцем. Пока струна колеблется, мы слышим звук. Чем больше будет размах колебаний струны, тем громче будет звук. Когда струна перестанет колебаться, звук прекратится.

Разберемся в происходящих явлениях более подробно. Как только мы отпустим натянутую струну, ее середина начинает двигаться в направлении своего первоначального положения (положения покоя). Пройдя это положение, она продолжает двигаться в другую сторону. Затем она возвращается обратно (фиг. 2,*в*). Эти колебания струны попеременно в одну и в другую сторону происходят так быстро — десятки, сотни и тысячи раз за одну секунду, что наш глаз не успевает за ними уследить, и получается впечатление, как будто струна «утолщается» в своей средней части.

Время, за которое струна перемещается из одного крайнего положения в другое крайнее положение и обратно в первое крайнее положение носит название **полного периода ко-**

лебания или, сокращенно, периода колебания. Число полных периодов колебаний, совершаемых струной за одну секунду, носит название частоты колебаний. Для измерения частоты колебаний существует специальная единица, носящая название герц (сокращенно пишется *гц*). Если, например, струна совершает 435 колебаний в секунду (при этом она дает тон «ля» третьей октавы), говорят, что ее частота колебаний 435 *гц*.

Амплитудой колебаний струны называется наибольшая величина, на которую отклоняется струна от своего положения покоя.

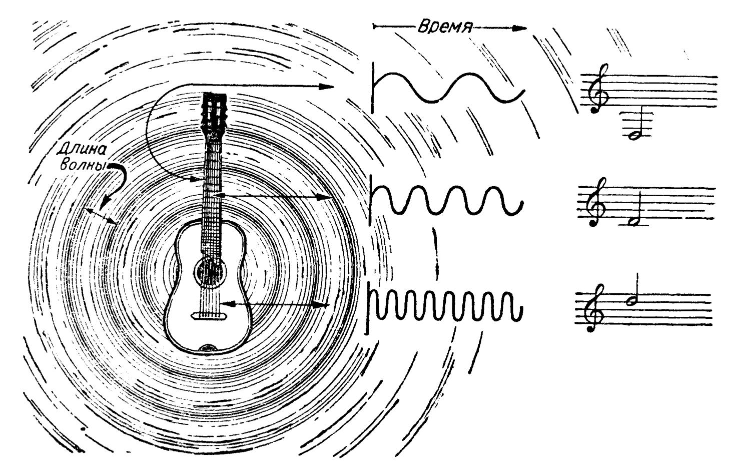
Воздушные волны вокруг колеблющейся струны образуются следующим образом. В то время как струна перемещается, например, вправо (фиг. 2,*б*) она теснит вправо от себя соседние с ней частицы воздуха и этим создает «сгущение» воздуха, иначе говоря, увеличенное давление в некотором объеме воздуха. Это давление передается соседним слоям воздуха. В результате область «сгущенного» воздуха распространяется в окружающем пространстве. В следующий момент времени струна отклонится влево и вызовет разрежение воздуха вправо от себя. Эта область разрежения также будет распространяться в воздухе вслед за областью сгущенного воздуха. За разрежением воздуха опять будет следовать «сгущение» (фиг. 2,*г*), так как струна опять будет двигаться вправо. Таким образом, при каждом колебании струны в воздухе возникнет одна область повышенного давления и одна область пониженного давления, которые будут удаляться от струны. Это явление и называется воздушными, или звуковыми волнами. Сколько полных колебаний совершит струна, столько же будет создано и волн. Воздушные волны несут в себе энергию, полученную от колеблющейся струны, и распространяются в воздухе со скоростью около 330—340 *м* в секунду. Эта скорость, конечно, большая, если ее сравнивать со скоростью движения человека или с движением автомобиля; звук летит быстрее поезда, автомобиля, самолета. Только современные реактивные самолеты могут летать со скоростями, приближающимися к скорости звука.

Заметим, что, в отличие от водяных волн, в звуковых волнах мы имеем перемещение воздушных частиц вдоль направления распространения волны.

Когда звуковые волны достигнут нашего уха, они заставляют колебаться его барабанную перепонку. В тот момент, когда до барабанной перепонки уха доходит часть звуковой

волны, в которой воздух сгущен, последний оказывает давление на барабанную перепонку и она несколько прогибается внутрь Когда же до барабанной перепонки доходит часть звуковой волны, в которой имеет место разрежение воздуха, то под действием этого разрежения барабанная перепонка выгибается несколько наружу.

Так как в звуковой волне сгущения и разрежения воздуха следуют все время друг за другом, то, следовательно, барабанная перепонка будет то прогибаться внутрь, то выгибать-



Фиг. 3. Чем больше частота колебаний, тем выше тон звука.

ся наружу. Другими словами, барабанная перепонка будет совершать колебания (дрожать). Колебания барабанной перепонки передаются по слуховому нерву в мозг. В результате мы слышим звук. Чем больше амплитуда колебаний струны и чем ближе мы к ней находимся, тем больше энергии дойдет до нашего уха, тем громче будет слышен звук.

Высота звука зависит от частоты колебаний струны. Толстая и длинная струна колеблется сравнительно медленно; следовательно, она создает в течение секунды сравнительно небольшое количество воздушных волн.

Частота колебаний более короткой и более тонкой струны будет больше, число волн в течение секунды также будет больше, барабанная перепонка уха будет колебаться с большей частотой и мы услышим более высокий звук (фиг. 3). Если струна за одну секунду делает 435 колебаний, т. е. имеет

частоту колебаний 435 *гц*, за секунду она создает 435 волн. Барабанная перепонка от действия этих волн сделает в секунду тоже 435 колебаний.

Разговор, пение, автомобильный гудок, телефонная трубка, громкоговоритель, как мы знаем, тоже создают звуковые волны, которые мы воспринимаем как звук. Речь и музыка представляют собой очень сложную комбинацию тонов различной высоты (частоты), причем эта комбинация не сохраняет одного и того же состояния — она непрерывно изменяется во время разговора или музыкального исполнения.

Наше ухо способно слышать звуковые волны, имеющие частоту примерно от 16—20 *гц* (звук низкого тона, похожий на жужжание жука) до 12 000—15 000 *гц* (похожий на писк комара).

Когда мы находимся около гудящего паровоза, до нашего уха доходят очень сильные звуковые волны. Находясь на большом расстоянии от него, нам приходится напрягать слух, чтобы услышать его гудок. Несмотря на сильные звуковые волны, создаваемые гудком, они так же, как водяные волны, по мере удаления от него ослабевают, затухают. При этом изменяется только амплитуда колебаний, но частота остается неизменной.

Разговорную речь мы можем слышать на десятки метров; звуки духового оркестра на сотни метров; гудок паровоза на несколько километров. На большем расстоянии звуковые волны становятся настолько слабыми, что ухо неспособно их воспринимать.

Для разговоров на большие расстояния пользуются телефоном. Передача голоса при этом осуществляется с помощью электрического тока, идущего от одного телефонного аппарата к другому по проводам.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Наши юные читатели, наверное, часто слышат и сами говорят об электрическом токе. Электрический ток идет через «лампочку Ильича» — электрическую осветительную лампочку — и дает нам свет. Проходя через электрическую плитку, он дает нам тепло. Электрический ток приводит в движение трамваи, троллейбусы, поезда, станки на заводах и фабриках, сельскохозяйственные машины. Электрический ток применяется в медицине: некоторые болезни излечиваются пропусканием электрического тока через тело больного. На использовании

электрического тока основана техника телеграфа и телефона, техника радиопередачи и радиоприема.

К электрической лампочке, электроплитке, к электрическому двигателю, к любому другому электрическому устройству или прибору всегда подходят провода. Они подвешены на столбах, проложены под землей, по стенам и потолкам домов. Если наших юных читателей спросить, зачем нужны эти провода, большинство из них уверенно ответит, что они служат для передачи электрического тока. Самые наблюдательные из них скажут, что по таким-то проводам идет электрический ток для освещения, такие-то провода являются телефонными или телеграфными, что провода бывают медными, железными, алюминиевыми.

Ребята, изучающие курс физики в школе или читавшие книги об электричестве, уверенно скажут, что электрические провода обязательно должны быть металлическими, что по веревке, по нитке электрический ток не может итти. Они смогут объяснить, что многие металлические провода делают изолированными, чтобы электрический ток не уходил за пределы проводов.

Большинство наших юных друзей скажут, что электрический ток вырабатывается на электростанциях, а провод является как бы руслом, по которому ток течет от электростанции к электрическим лампочкам, двигателям и другим приборам, изоляция же провода не позволяет току «выходить» из этого русла.

Все это правильно!

Но что же такое электрический ток?

Современная наука говорит, что электрический ток — это движение крошечных, невидимых даже под сильнейшим микроскопом частичек, называемых э л е к т р о н а м и.

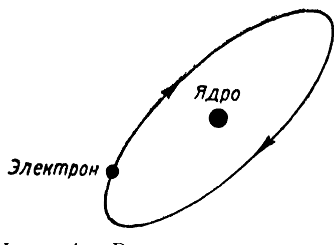
Чтобы лучше понять природу электрического тока, нам придется мысленно проникнуть в строение окружающего нас вещества.

Все тела в природе состоят из а т о м о в. Атомов тоже еще никто никогда не видел, потому что они чрезвычайно малы. Такая единица измерения, как миллиметр, которую мы считаем очень мелкой, для измерения атома совершенно непригодна из-за громоздкости. Для этой цели не годится даже такая единица, как м и к р о н, являющаяся одной тысячной долей миллиметра. Здесь подходит только м и л л и м и к р о н — равный тысячной доле микрона или а н г с т р е м, который в десять

раз меньше миллимикрона. И вот у различных веществ диаметр атома бывает от 1 до 4 ангстрем. Если сто миллионов атомов уложить плотно в одну линию, то все они образуют цепочку, длина которой составит всего несколько миллиметров.

Ученые долгое время предполагали, что атом является мельчайшей неделимой частичкой. Слово «атом» и означает «неделимый». Но современная наука доказала, что это не так.

Атом любого вещества — это сложно устроенный мир, подобный Вселенной. В центре каждого атома имеется сравнительно тяжелое ядро, вокруг которого, подобно планетам вокруг солнца, движутся более легкие частицы — электроны.



Фиг. 4. В атоме водорода всего один электрон. В атомах других химических элементов электронов больше.

Число электронов у атомов различных веществ различно, но строго определенно для каждого данного вещества. Например, атом водорода (фиг. 4) имеет всего один электрон, атом железа — 26 электронов, урана — 92 электрона.

Число электронов в атомах различных веществ наши читатели могут узнать из знаменитой таблицы элементов Менделеева, которая имеется в химическом кабинете каждой школы.

Какова же величина отдельно взятых ядра и электронов? Приведем такое сравнение.

Если булавочную головку увеличить до размера земного шара, то при этом каждый атом, из которых состоит булавочная головка, увеличится до размера шара около одного метра в диаметре. И вот в центре такого увеличенного атома мы увидели бы ядро величиной с точку, а вокруг этой точки носятся пылинки — электроны.

Если читатель пожелает узнать размер электрона, надо цифру 3 разделить на 1 с тринадцатью нулями. Тогда мы получим примерный его диаметр, выраженный в долях сантиметра.

Что же удерживает электроны атома около своего ядра? Электрические силы! Наука установила, что ядро имеет положительный электрический заряд, а электроны представляют собой отрицательно заряженные частицы. Одноименные электрические заряды всегда отталкиваются, а разноименные притягиваются. Так как в атоме электроны имеют заряд, противо-

положный заряду ядра, они и удерживаются им. Атом так устроен, что в нем сумма отрицательных зарядов электронов равна заряду ядра. Эти заряды внутри атома уравновешиваются подобно тому, как уравновешивается килограммовая гиря десятью стограммовыми гирьками. Электрическое равновесие в атоме выражается тем, что атом не проявляет никаких «внешних» электрических свойств.

Но стоит у атома «отобрать» один или несколько электронов — отрицательных частичек — как он станет положительно заряженным, будет проявлять электрические свойства. В нем окажется недостаток электронов для «полного комплекта» атома. Такой атом (его называют **ионом**) будет стремиться притянуть к себе электроны соседних атомов и восполнить потери, чтобы вновь стать «нейтральным».

Наоборот, если в атоме появится лишний электрон, атом окажется заряженным отрицательно. Такой атом будет стремиться вытолкнуть лишний электрон за свои пределы, чтобы вновь стать «нейтральным». Таким образом, внутри любого тела возникает борьба за сохранение электрической «нейтральности» его атомов.

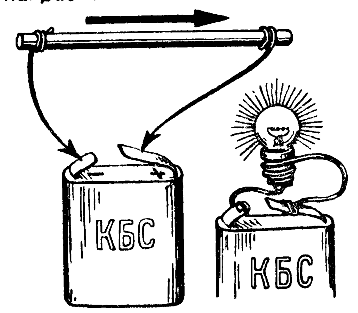
У атомов некоторых веществ трудно «отобрать» электроны или «навязать» им лишние электроны. В атомах других веществ электроны более слабо удерживаются ядрами. В них некоторая часть электронов при определенных условиях может легко покидать атомы, перелетать в соседние атомы, а в некоторых случаях даже вылетать за пределы тела. Таких «свободно разгуливающих» электронов, например, может быть очень много в металлах. Все они движутся между атомами в самом невообразимом беспорядке, подобно рою мошек в воздухе в летний день. И вот этим-то беспорядочным движением электронов люди научились управлять, — управлять движением отрицательных зарядов. Заряд каждого в отдельности взятого электрона ничтожно мал. Но если их собрать побольше, да направить в одну сторону, то получится как бы большой единый движущийся электрический заряд — то, что мы называем **электрическим током**.

Но создать электрический ток можно только в тех телах, в которых электроны связаны со своими ядрами более слабо, где имеются свободные электроны. В тех же телах, где связь между электронами и их ядрами прочная, там нет свободных электронов и в них не может быть электрического тока. Говорят, что первые проводят ток, а вторые не проводят его.

Соответственно этому свойству, тела разделяются на проводники и непроводники электрического тока. Последние также называют изоляторами или диэлектриками.

К числу проводников относятся все металлы, уголь, растворы солей, кислот и щелочей, живые организмы, земля.

Изоляторами являются: воздух, стекло, фарфор, резина, пластмассы, различные смолы, масляничные жидкости, сухое дерево, сухая бумага и многие другие вещества.



Фиг. 5. Батарейка от карманного фонарика создает электрический ток в проводнике. Лампочка, присоединенная к батарейке, зажигается.

Чтобы в проводнике возник электрический ток, на одном его конце надо создать недостаток, а на другом — избыток электронов (фиг. 5). Тогда электроны с того конца, где их избыток, устремятся к другому концу проводника. В проводнике создастся упорядоченное движение электронов — электрический ток. Такое движение электронов будет продолжаться все время, пока существует организующая его сила, в нашем случае (фиг. 5) до тех пор, пока действует батарейка.

Место наибольшего скопления электронов, т. е. то место, где имеется избыток электронов, в электротехнике и радиотехнике принято называть отрицательным полюсом и обозначать знаком минус. То же место, где наблюдается недостаток электронов, называют положительным полюсом и обозначают знаком плюс. Соответственно та пластинка батарейки, где недостаток электронов, обозначается плюсом, а где их избыток — минусом. В нашем примере батарейка является источником электрического тока.

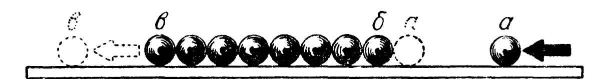
Скорость распространения электрического тока в проводнике очень большая. Она сравнима со скоростью света — 300 000 *км* в секунду. Но ошибочно было бы думать, что вдоль проводника с такой скоростью движутся электроны. Каждый в отдельности взятый электрон движется всего по нескольку миллиметров в секунду. Как же это понять?

Представьте себе, что электроны, как биллиардные шары, установлены плотно в длинный ряд (фиг. 6). Пустим легким

толчком шар *а*. Он покатится очень медленно и ударит шар *б*. Сейчас же с противоположного конца ряда отделится шар *в* и покатится так же медленно, как катился шар *а*. При этом остальные шары почти не сдвинутся с места.

Если же первый шар *а* мы толкнем резко, то от его сильного удара шар *в* покатится так же быстро, но остальные шары останутся почти неподвижными. Получается, что энергия удара передается через всю цепочку мгновенно, но каждый из промежуточных шаров переместится незначительно.

Примерно так же создается ток в проводнике. Толчок первого электрона передается второму, от второго — третьему



Фиг. 6. Если ударить по шару *б* шаром *а*, мгновенно отлетит шар *в*.

и т. д. Практически ток в проводнике создается мгновенно, в то время как каждый электрон перемещается не намного.

Как известно, электрический ток может совершать работу — создавать свет, тепло, приводить в движение машины и т. д. Работа будет тем больше, чем больше электронов будет проходить каждую секунду по проводнику и чем больше «напор», который толкает — гонит электроны по проводнику. Вместо слова «напор» в электротехнике и радиотехнике пользуются термином напряжение. Говорят, что чем с большим напором движутся электроны в проводнике, тем большее существует в нем напряжение.

Напряжение в проводнике зависит от того, насколько велик избыток и насколько велик недостаток электронов на концах проводника, насколько велика разность зарядов на концах проводника. Чем больше будет разница в их количестве, тем стремительнее они будут двигаться по проводнику, тем больше будет величина — сила электрического тока.

ПЕРЕМЕННЫЙ И ПОСТОЯННЫЙ ТОК

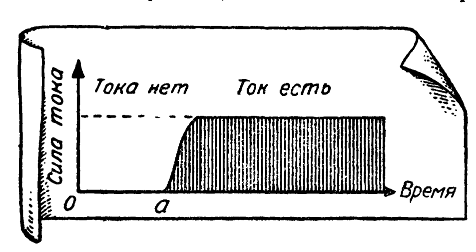
Электрический ток, при котором электроны движутся все время в одну и ту же сторону, называют постоянным током.

На фиг. 7 показано графическое изображение постоянного кока. Глядя на график, можно сказать, что в первое время

(отрезок *оа*) в цепи тока не было, к проводнику не был присоединен источник тока. В тот момент, когда источник был включен, в проводнике появился ток. Он достиг определенной величины и сохранял эту величину до тех пор, пока проводник был включен на источник тока, или, как говорят, пока электрическая цепь была замкнута.

Замкнутая электрическая цепь является обязательным условием для существования электрического тока.

На фиг. 5 мы можем поменять местами полюса источника тока (батарейки), тогда и электроны изменят направление своего движения. Если на фиг. 5 они движутся слева направо, то при перемене полюсов направление их движения будет уже справа налево. Изменится только направление тока, но он попрежнему будет постоянным.



Фиг. 7. Графическое изображение постоянного тока.

Если же полюса источника тока менять местами быстро и ритмично, то электроны в цепи будут в такт с переключениями изменять направление своего движения. При этом ток будет возникать сначала в одном направлении, затем появляться в другом, обратном предыдущему направлению, потом вновь и вновь будет то же самое, до тех пор, пока будут меняться полюса.

Такой попеременно (периодически) меняющийся по направлению и силе ток называют переменным током.

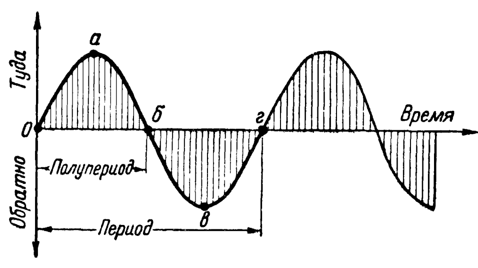
Движение электронов сначала в одну сторону и возвращение их в исходную точку считают одним полным колебанием тока, а время, в течение которого происходит одно колебание, называют периодом.

Число колебаний тока в проводнике в секунду называется частотой. Единица частоты колебаний тока так же, как и звуковых колебаний, носит название герц (*гц*).

Описанным нами способом неудобно получать переменный ток. В современной технике источниками переменного тока являются электрические машины, или генераторы переменных токов. У них знаки на полюсах не остаются постоянными, а все время периодически меняются.

Положительный полюс через долю секунды становится отрицательным, затем снова положительным, вновь отрицательным и т. д. Одновременно меняет знаки и другой полюс. При этом изменение тока в электрической цепи происходит не рывками, как при переключении полюсов батарейки, а плавно.

На фиг. 8 показан график такого переменного тока. Глядя на этот график, можно сказать, что в начале первого периода (в точке *О*) тока не было. Затем он появился и тек в одном направлении — туда, достиг наибольшего значения в точке *а* и затем убывал до точки *б*. В точке *б* движение электронов на мгновение прекратилось (ток был равен нулю). Далее, электроны начали свое движение по тому же пути, но уже обратно. Ток вновь достиг наибольшей величины в момент *в*, а затем уменьшился до нуля (точка *г*).



Фиг. 8. Графическое изображение переменного тока.

В следующий период все повторяется сначала — как говорят, весь цикл движения повторяется.

Переменный ток, вырабатываемый электростанциями для электрофикации нашей страны, имеет частоту 50 *гц*. Период такого тока равен $^1/_{50}$ доле секунды. При такой частоте через электрические лампочки накаливания, освещающие наши города, села, улицы, квартиры, ток попеременно 50 раз в секунду течет в одну сторону и столько же раз в другую. В течение одной секунды бывает 100 мгновений (точки *О*, *б*, *г* — фиг. 8), когда ток отсутствует.

Кратковременных затуханий лампочки наш глаз не замечает, так как ее нить сильно разогревается и в момент отсутствия тока не успевает остывать. Но если этот ток пропустить через телефонную трубку, мы услышим в ней звук низкого тона, частота которого будет равна частоте подводимого к ней переменного тока.

Если через телефонную трубку пропускать переменные токи меньшей или большей частоты, мы их услышим, как звуки разных тонов, разумеется, если частоты будут не ниже 16—20 *гц* и не выше 12 000—15 000 *гц*, т. е. в пределах частот, воспринимаемых ухом.

Переменные токи принято разделять на две основные группы. Токи частотой от 16—20 до 12 000—15 000 *гц*, которые соответствуют звукам человеческого голоса, музыкальных инструментов и т. д., называют токами низкой, или звуковой частоты.

Переменные токи с частотами выше 15 000 *гц* называют токами высокой частоты, или токами радиочастоты.

Современная электротехника почти не знает границ частоты переменных токов. Переменный ток создается той частоты, которая необходима: в единицы, сотни, тысячи, миллионы, миллиарды герц. При передаче радиовещания используют, например, токи частотой в сотни тысяч и миллионы герц. Они являются основным средством, с помощью которого можно услышать человеческий голос на большое расстояние без проводов.

Для передачи телевидения используют токи частотой в десятки миллионов герц, для радиолокации — в сотни миллионов герц.

Оперировать тысячами и миллионами герц неудобно. Поэтому пользуются более крупными единицами измерений частоты: килогерц (сокращенное обозначение *кгц*) — тысяча герц и мегагерц (сокращенное обозначение *мггц*) — миллион герц.

ТЕПЛОВОЕ, ХИМИЧЕСКОЕ И МАГНИТНОЕ ДЕЙСТВИЯ ТОКА

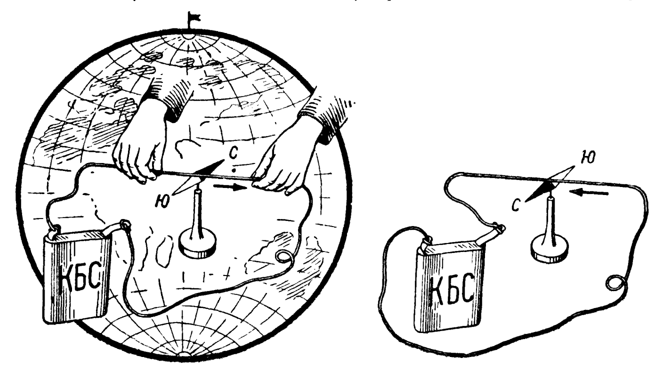
Итак мы установили: чтобы создать электрический ток, нужно к концам проводника присоединить источник тока, например батарейку, электрическую машину.

Ток, проходя по проводнику, выполняет работу, точнее говоря, он преобразуется в какой-то иной вид энергии, которая проявляет себя как тепло, свет, химическая реакция, механическая энергия и т. д. Всеми этими свойствами тока мы повседневно пользуемся.

Тепло создается током из-за «бурного» поведения электронов, при котором они, сталкиваясь друг с другом, накаливают проводник. Это свойство тока использовал в лампочке накаливания ее изобретатель русский инженер А. Н. Лодыгин.

Когда электрический ток пропускают через различные жидкости и растворы, получаются химические реакции. Если пропустить ток через воду, ее можно химически разложить на водород и кислород.

Наконец, электрический ток может создавать вокруг проводника, по которому он течет, магнитное поле [1]. Это поле не может обнаружить ни глаз, ни ухо. Но если к проводнику, по которому течет постоянный ток, поднести компас, его магнитная стрелка обязательно встанет поперек проводника (фиг. 9). Наиболее сильное магнитное поле будет около самого проводника и ослабевать по мере отдаления от проводника. Оно будет тем сильнее, чем больше ток, проходящий через проводник.



Фиг. 9. При изменении направления тока в проводнике меняется направление магнитного поля.

Стоит нам поменять местами полюса источника постоянного тока, сейчас же изменится и направление тока в проводнике. Магнитная стрелка при этом повернется на 180° (фиг. 9). Значит, у магнитного поля, создаваемого электрическим током, имеется полярность, есть северный и южный полюсы.

Магнитное поле вокруг проводника с током обладает всеми свойствами магнитного поля, создаваемого обыкновенным магнитом.

Если в проводнике течет ток, постоянный не только по направлению, но и по величине, его магнитное поле также будет постоянным, не изменяющимся. Уменьшится ток — слабее будет его магнитное поле. Увеличится ток — усилится его магнитное поле. Исчезнет ток — пропадет и его поле. Изменится направление тока — изменится и направление магнитного поля. Словом, ток и магнитное поле неразрывно связаны друг с другом.

[1] Полем в физике называют пространство, в котором действуют какие-либо силы. В данном случае под магнитным полем нужно понимать пространство, где проявляют себя магнитные силы.

Если поднести магнитную стрелку к проводнику, по которому течет переменный ток, она останется в неподвижном состоянии. Но это не значит, что вокруг этого проводника нет магнитного поля. Оно существует. Стрелка же не будет отклоняться только вследствие своей «неповоротливости»; она просто не будет поспевать поворачиваться за быстрыми изменениями направления тока. Чем выше частота тока, тем выше частота изменений и его магнитного поля.

Нужно еще сказать, что когда существуют электрические заряды, между ними всегда имеется электрическое поле, т. е. в пространстве около них действуют электрические силы.

Как проявляется электрическое поле? Всем известен простой опыт: если потереть гребешок кусочком сукна или шелка, он электризуется — на нем возникают электрические заряды. Такой наэлектризованный гребешок способен притягивать к себе пылинки, кусочки бумажки.

Объясняется это явление следующим образом: около наэлектризованного гребешка возникает электрическое поле, действуют электрические силы. Вследствие наличия этого поля бумажки и притягиваются к гребешку. Иначе нельзя представить себе действие наэлектризованного гребешка на расстоянии.

Если заряды будут переменными, то и электрическое поле будет переменным.

ПЕРЕДАЧА ЗВУКА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

В заключение этой беседы расскажем, каким образом происходит передача звука с помощью электрического тока — как работает проволочный телефон.

Разберемся в устройстве и в действии простейшей телефонной установки, с помощью которой можно переговариваться двум собеседникам (фиг. 10). На фигуре мы видим электрическую цепь, составленную из источника тока — гальванического элемента, обозначенного короткой толстой и длинной тонкой черточками, микрофона, телефона и соединительных проводов. Гальванический элемент создает в цепи постоянный ток.

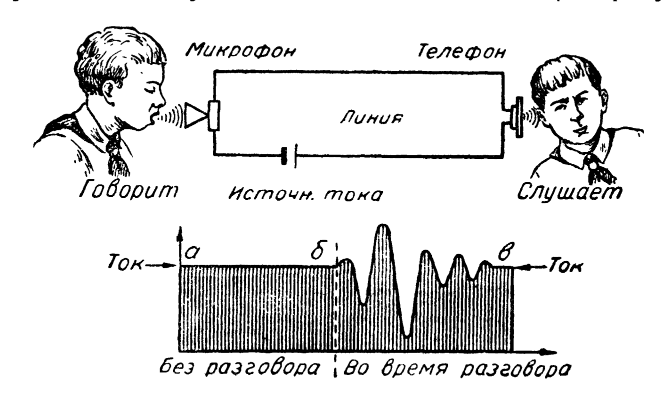
Если начать разговаривать перед микрофоном, колебания частиц воздуха, созданные голосовыми связками человека, будут заставлять дрожать (колебаться) в микрофоне его тоненькую пластинку, называемую мембраной.

Колеблющаяся мембрана будет изменять состояние частиц угольного порошка в микрофоне и этим изменять способность

микрофона проводить через себя ток. В те моменты, когда угольный порошок сжимается, его частицы плотнее прижимаются друг к другу и он лучше проводит ток, чем в те моменты, когда частицы угольного порошка находятся в расслабленном состоянии.

В результате в такт с колебаниями мембраны будет изменяться ток в цепи. Если при отсутствии разговора в цепи течет ровный постоянный ток, то при разговоре он течет толчками, величина его колеблется. Такой ток называют пульсирующим.

Таким образом, звуковые колебания воздуха с помощью микрофона «командуют» постоянным током и преобразуют его



Фиг. 10. При передаче звука по электрическому проводу микрофон превращает звук в колебания электрического тока, а телефон превращает эти колебания снова в звук.

в ток, колеблющийся по силе с частотой этих звуковых колебаний.

Сколько колебаний в секунду будет делать мембрана микрофона, столько же колебаний будет совершать и ток, протекающий через микрофон.

Эти колебания представляют собой «электрический рисунок» звука.

Созданный микрофоном ток звуковой частоты протекает через телефон и вызывает колебания его мембраны; эти колебания, заставляя колебаться окружающий воздух и при его посредстве нашу барабанную перепонку, позволят нам слушать то, что говорится на другом конце линии. Следовательно, телефон выполняет действие, обратное микрофону. Таким образом, постоянный ток переносит на себе по проводам звук.

Беседа четвертая

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО С РАДИОПЕРЕДАЧЕЙ

ИЗЛУЧЕНИЕ РАДИОВОЛН

Слово «радио» произошло от латинского слова «излучать», что значит испускать лучи. По-латински луч называется радиусом.

Если начертить круг и от его центра к окружности провести во все стороны прямые линии — радиусы, получится рисунок солнца в том виде, как его изображают дети.

В действительности оно так и есть. От солнца во все стороны расходятся радиусы — лучи света.

Радиостанция излучает радиоволны во все стороны наподобие лучей света — по радиусам. Следовательно, слово «радиопередача» означает «передача с помощью лучей».

Основными сооружениями всякой радиостанции являются передатчик и антенна.

Передатчик представляет собой сложное устройство, вырабатывающее электрические переменные токи высокой частоты и направляющее эти токи в антенну.

Антенна радиостанции представляет собой систему электрических проводников, поднятых над землей на высоких мачтах или башнях. По этим проводникам проходят переменные токи высокой частоты, поступающие от передатчика. В результате движения токов высокой частоты, вокруг антенных проводников возникают электрическое и магнитное поля. Оба эти поля изменяются с той же частотой, с какой изменяется ток в антенне.

Фактически вокруг антенны получается одно общее переменное силовое поле, обладающее свойствами как электрического, так и магнитного полей. Такое поле называется переменным электромагнитным полем.

Особенностью электромагнитного поля, возбужденного токами высокой частоты, является то, что оно не остается сосредоточенным вокруг антенны, а отделяется от нее, удаляется и распространяется в окружающем пространстве. Это явление носит название излучения электромагнитных колебаний антенной.

Скорость распространения электромагнитных колебаний в пространстве равна скорости распространения света и тепла — 300 000 *км/сек*, т. е. в миллион раз больше скорости распро-

странения звука в воздухе. Если, например, московская радиовещательная станция в некоторый момент включила свой передатчик, меньше чем через $^{1}/_{30}$ секунды ее электромагнитное поле распространится до Владивостока. А звук в воздухе за это время успеет распространиться всего только на расстояние 11 *м*.

Такое совпадение скоростей распространения радиоволн, света и тепла не случайно. Электромагнитные колебания, излучаемые антенной радиостанции, по своей природе подобны свету и теплу. Свет также представляет собой распространяющееся в пространстве переменное электромагнитное поле, но только несравненно более высокой частоты: от 400 до 800 миллионов *мггц*. Этим только и объясняется отличие в их влиянии на наши глаза.

Относительно медленные изменения электромагнитного поля радиостанции не могут быть обнаружены нашими органами зрения подобно более быстрым изменениям электромагнитного поля при световом излучении, но зато могут быть обнаружены радиоприемниками.

Заметим, что тепло распространяется в виде электромагнитного поля, частота которого несколько меньше, чем у света.

В силу общности своей природы свет, тепло и электромагнитное поле радиостанции могут распространяться в виде волн в пустоте, там, где нет воздуха.

Электромагнитные волны и «переменное электромагнитное поле» — это два названия одного и того же явления. Радиоволны являются частным случаем электромагнитных волн.

Подчеркиваем, что для распространения электромагнитных волн всех видов: световых, тепловых, радиоволн не требуется наличие воздуха, хотя у земной поверхности они и распространяются сквозь воздух, и он может оказывать некоторое влияние на их распространение. В этом коренное отличие световых и радиоволн от звуковых волн, для распространения которых совершенно необходимо наличие в пространстве воздуха. Следует отметить, что как для световых волн, так и для радиоволн существуют тела «прозрачные», через которые они могут проникать, и «непрозрачные», которые задерживают их распространение. Однако некоторые тела, непрозрачные для света, свободно пропускают через себя радиоволны. Например, радиоволны проходят сквозь деревянные и кирпичные стены домов так же свободно, как сквозь стекло. В то же время

верхние слои совершенно прозрачной для света атмосферы могут быть непреодолимым препятствием на пути радиоволн.

Если же на пути радиоволн встречается проводник, они создают в нем переменный ток точно такой же частоты, который породил эти волны. На этом явлении и основан прием радиопередач (радиоприем).

«Улавливание» энергии радиоволн из пространства осуществляется с помощью приемной антенны. Простейшая антенна представляет собой изолированный провод, подвешенный на некоторой высоте над землей. Радиоволны, проходя мимо антенны, возбуждают в ней электрические токи высокой частоты.

На образование этих токов расходуется часть энергии, содержащейся в радиоволнах, т. е. электромагнитное поле отдает антенне свою энергию. Эти токи могут быть обнаружены при помощи радиоприемников.

Возможность приема передач радиовещательной станции на том или другом расстоянии зависит от системы и качества применяемого радиоприемника. С помощью радиоприемника, содержащего в себе электронные лампы, передачу радиовещательной станции можно принимать на большем расстоянии, чем с помощью детекторного радиоприемника. Чем дальше от радиовещательной станции будет осуществляться радиоприем, тем меньшее количество энергии проводник может «уловить» из пространства. На некотором расстоянии от радиовещательной станции энергия радиоволн будет настолько мала, что никакой радиоприемник не сможет ее обнаружить.

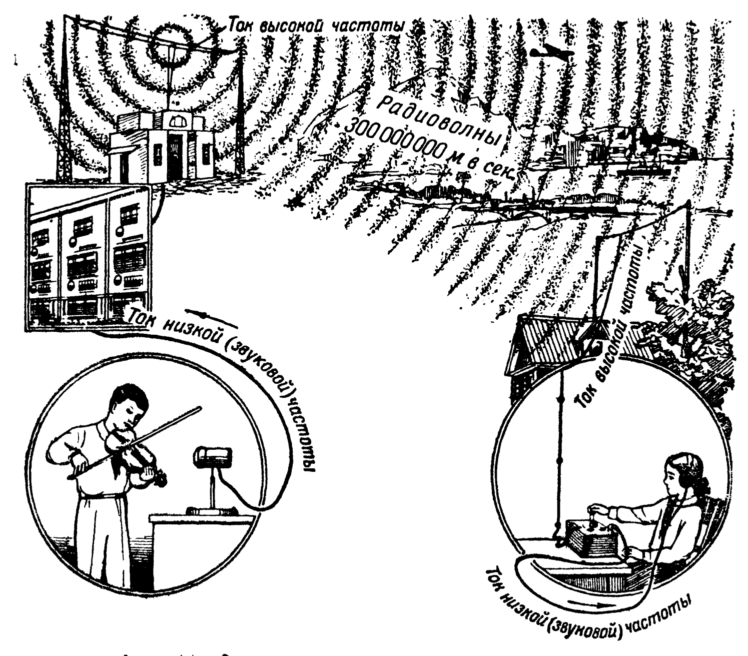
МОДУЛЯЦИЯ

В предыдущей беседе мы говорили, что при телефонной передаче по проводам звуки, действующие на микрофон, превращают постоянный ток в телефонном проводе в ток, изменяющийся по силе. Изменения его силы заставляют звучать телефон. Процесс передачи звуков по радио значительно сложнее. Здесь от передающей станции до приемной станции распространяется не электрический ток по проводам, а радиоволны.

Давайте организуем экскурсию по следам звука во время радиопередачи!

Пойдемте прежде всего в радиостудию. Радиостудия — это помещение, из которого ведут радиопередачи. Здесь установ-

лен микрофон, который преобразует звук в электрический ток звуковой частоты. Но этот ток очень слаб. Его усиливают специальными усилителями, находящимися на радиовещательном узле (фиг. 11). Усилители радиовещательного узла соединены проводами с передатчиком радиовещательной станции. При



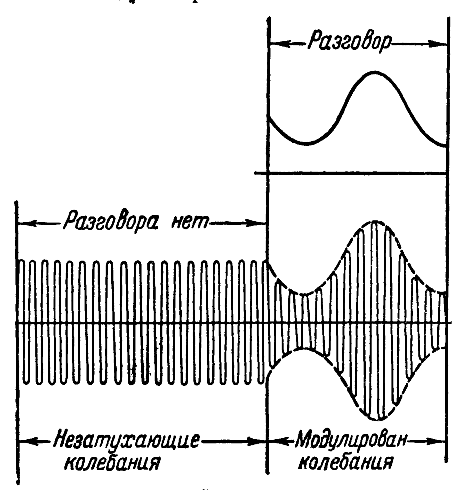
Фиг. 11. Схема радиопередачи и радиоприема.

отсутствии разговора или музыки передатчик посылает в антенну токи строго определенной (высокой) частоты и амплитуды (фиг. 12). При разговоре перед микрофоном выработанные им электрические токи звуковой частоты, увеличенные по мощности с помощью усилителей, влияют на амплитуду тока высокой частоты, идущего от передатчика в его антенну.

При этом изменения амплитуд тока высокой частоты в антенне и изменения излучаемой энергии радиоволн в точности следуют за изменениями тока звуковой (низкой) частоты, создаваемого микрофоном. Чем больше будут амплитуды токов низкой частоты, вырабатываемых микрофоном, тем в больших пределах будут изменяться амплитуды токов высо-

кой частоты и излучаемая энергия. Чем больше будет частота передаваемого звука, тем с большей частотой будут изменяться амплитуды токов высокой частоты в антенне.

Подобный процесс изменения амплитуды токов высокой частоты называется амплитудной модуляцией, а изменяющиеся по амплитуде токи высокой частоты носят название модулированных колебаний.



Фиг. 12. При действии звука на микрофон ток высокой частоты в антенне передатчика изменяется по амплитуде.

Модулированные колебания распространяются в пространстве, и, встречая приемную антенну, возбуждают в ней токи высокой частоты с таким же звуковым «узором», как и в антенне передатчика.

Электромагнитные колебания высокой частоты, которые играют роль «самолета» для тока звуковой частоты, называют колебаниями несущей частоты.

Задача антенны радиоприемника заключается в том, чтобы «выловить» нужную волну из пространства.

Так как в приемной антенне возбуждаются токи радиоволнами не одной, а многих радиостанций, задачей приемника будет настроиться на нужную нам волну. Затем нужно выделить из модулированных токов высокой частоты ток звуковой частоты и преобразовать его с помощью телефона в звук. Выделение звуковой частоты в приемнике осуществляется детектором.

КАКИЕ БЫВАЮТ РАДИОПРИЕМНИКИ

Различают две основных группы радиоприемников: детекторные и ламповые (с электронными лампами).

Детекторные радиоприемники являются наиболее дешевыми, не требующими питания электрическим током, очень простыми для самостоятельного изготовления, требующими минимальных технических знаний для управления ими и нуждаю-

щимися лишь в самом незначительном уходе. Недостатком детекторных приемников является необходимость слушать радиопередачу на телефоны (наушники) и невозможность приема дальних станций. Только при близости к мощной радиостанции, при наличии хорошей антенны и заземления, на детекторный приемник можно получить не очень громкий прием на громкоговоритель.

Ламповые радиоприемники сложнее детекторных и к тому же требуют источников тока для своего питания. В соответствии с видом питания ламповые радиоприемники разделяют на приемники батарейные и сетевые.

Батарейные радиоприемники предназначены для работы в тех местностях, где единственным источником электрической энергии могут быть батареи, составленные из гальванических элементов, или аккумуляторы. Такие радиоприемники, если они имеют малый вес и размер, могут использоваться в качестве радиопередвижек для туристских походов, экскурсий, прогулок.

Батарейные радиоприемники доставляют немало хлопот по сохранению и смене израсходованных батарей или зарядке аккумуляторов.

В местностях, где имеются сети электрического освещения, применяются сетевые радиоприемники. Такие приемники получают электроэнергию не от батарей, а от электросетей, в которые они включаются. Сетевые приемники выгодно отличаются от батарейных тем, что работа с ними требует гораздо меньших хлопот в деле обеспечения электроэнергией.

Сделать самому ламповый приемник значительно труднее, чем детекторный, но зато даже с помощью простейшего однолампового приемника можно слушать на телефон (наушники) десятки самых разнообразных, часто очень удаленных станций.

Для громкоговорящего приема необходим либо приемник с большим числом ламп, либо ламповый усилитель к приемнику. Как и ламповый приемник, усилитель требует источников тока.

ДЛИНА ВОЛНЫ И ЧАСТОТА

Мы уже говорили в предыдущей беседе, что длиной волны называют расстояние между двумя следующими друг за другом горбами или впадинами (фиг. 1).

Длину волны, бегущей по воде, можно измерить. Длину радиоволны можно вычислить.

Длина радиоволны есть расстояние, пройденное волной за один период, т. е. за время одного колебания.

Скорость распространения радиоволн нам известна: она составляет 300 000 *км* в секунду, или 300 000 000 *м* в секунду Допустим, что частота переменного тока в антенне 1 000 000 *гц*. Тогда период одного колебания будет равен одной миллионной доле секунды (1/1 000 000 сек.).

Поскольку за одну секунду радиоволна проходит расстояние 300 000 000 *м*, значит за одну миллионную долю секунды она пройдет расстояние в миллион раз меньше, т. е.

$$\frac{300\,000\,000}{1\,000\,000} = 300 \text{ м.}$$

Результат, полученный от нашего расчета, — 300 *м* — и есть длина волны этой радиостанции.

Таким образом, чтобы найти длину радиоволны по известной частоте тока, нужно скорость распространения радиоволн — 300 000 000 *м* в секунду — разделить на частоту тока; длина получится в метрах.

С увеличением частоты будет уменьшаться длина волны, и наоборот, с уменьшением частоты увеличивается волна.

Например, если частота тока в антенне равна 2 000 000 *гц*, длина волны будет:

$$\frac{300\,000\,000}{2\,000\,000} = 150 \text{ м.}$$

Если же мы частоту уменьшим в 4 раза, тогда длина волны увеличится в 4 раза, т. е.

$$\frac{300\,000\,000}{500\,000} = 600 \text{ м.}$$

Иногда требуется найти частоту передающей радиостанции, если известна ее длина волны. Тогда нужно то же самое число — 300 000 000 *м/сек* — разделить на длину волны.

Как мы увидим дальше, различие в длинах волн отдельных радиовещательных станций позволяет слушать передачу любой одной какой-либо станции при одновременной работе других станций, без «помех» со стороны последних. Если бы несколько радиостанций работали одновременно на одной и той

же волне, такая возможность была бы исключена. Все эти радиостанции были бы слышны на приемник одновременно, и «отстроиться» от нежелательных станций было бы невозможно.

Не следует путать понятие о длине волны, на которой работает радиостанция, с расстоянием до этой станции или с дальностью ее действия (наибольшим расстоянием, на котором ее передачи могут быть услышаны). Дальность действия радиостанции, правда, зависит от ее рабочей длины волны, но не отождествляется с нею. Передача на волне длиной в несколько десятков метров может быть услышана на расстоянии в несколько тысяч километров, но не всегда слышна на более близких расстояниях. В то же время передача радиостанции, работающей на волне длиной в сотни и тысячи метров, часто не слышна на таких больших расстояниях, на которых слышны передачи коротковолновых станций.

Дальность действия радиостанций (главным образом, работающих на длинных и средних волнах) больше всего зависит от мощности их передатчиков. Чем больше мощность передатчика, тем большую энергию несут его радиоволны и тем на большем расстоянии они могут быть обнаружены на радиоприемник. Здесь можно провести аналогию со светом. Чем ярче, мощнее источник света, тем на большем расстоянии он виден.

ДИАПАЗОНЫ РАДИОВОЛН

Все радиоволны в технике радиовещания принято разделять на несколько участков, называемых **диапазонами**:

длинные волны — от 2 000 до 600 *м* (150 *кгц* — 500 *кгц*);

средние волны — от 600 до 200 *м* (500 *кгц* — 1,5 *мггц*);

короткие волны (сокращенно КВ) — от 100 до 10 *м* (3 *мггц* — 30 *мггц*);

ультракороткие волны (сокращенно УКВ) — от 10 *м* и короче (30 *мггц* и выше).

Для радиовещания используются в основном длинноволновый, средневолновый и коротковолновый диапазоны. Радиоприемники, позволяющие слушать передачи на этих трех диапазонах, называют всеволновыми.

Слышимость радиостанций, работающих на длинных волнах, мало изменяется в зависимости от времени года и суток. На средних волнах лучше слышно вечером и ночью, чем днем, и хуже летом, чем зимой.

Волна длиной в 600 *м* отведена для передачи сигнала бедствия кораблями. На этой волне работают все аварийные передатчики, и на эту волну настроены приемники всех спасательных станций и маяков.

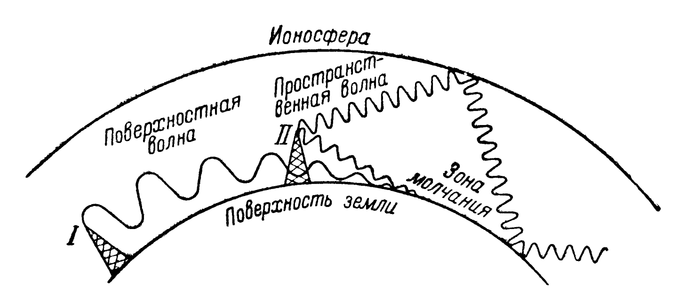
Короткие волны могут распространяться на бóльшие расстояния, чем длинные и средние волны.

Ультракороткие волны хорошо распространяются только на расстояние не свыше нескольких десятков километров. Поэтому они используются только для связей на близких расстояниях, а также для передач высококачественного телевидения.

СЕКРЕТ КОРОТКИХ ВОЛН

Поговорим несколько подробнее о распространении коротких волн.

Оказывается, что *КВ* (короткие волны) могут не только «летать», но еще и «прыгать».



Фиг. 13. Пути распространения длинных и коротких волн.

На фиг. 13 показана поверхность земли, на которой работают одновременно две радиостанции: длинноволновая *I* и коротковолновая *II*. Длинные волны главным образом распространяются вдоль поверхности земли. Их энергия сравнительно быстро поглощается землей и встречающимися на ее пути различными строениями, горами и пр.

Иначе распространяются короткие волны. Некоторая часть энергии КВ точно так же, как и длинных волн, распространяется вдоль земной поверхности. Это так называемые поверхностные волны. Они сильно поглощаются землей и обнаружить их на расстоянии в несколько десятков километров уже невозможно.

Кроме поверхностных волн, коротковолновый передатчик излучает еще так называемые пространственные волны, идущие вверх под различными углами к земле.

Учеными установлено, что на высоте 300—400 *км* землю окутывают так называемые ионизированные слои атмосферы (ионосфера). Для коротких волн эти слои являются как бы зеркалом, от которого они отражаются. Отразившиеся волны возвращаются к земле, но уже на значительном расстоянии от радиостанции. Отражение КВ может быть многократным.

Между прочим, пространственные волны могут таким путем возвратиться до передающей станции, сделав кругосветное путешествие. Этим и объясняется «секрет» хорошей слышимости КВ на больших расстояниях даже при малых мощностях передатчика.

Но это свойство коротких волн имеет и свои недостатки. Образуются зоны, где слышимость коротковолнового передатчика пропадает (фиг. 13). Вследствие того, что высота ионосферы в течение суток изменяется, изменяются и углы отражения для коротких волн различной длины. Поэтому приходится в течение суток менять волны, чтобы прием одной и той же станции был устойчив.

Беседа пятая

КАК УСТРОИТЬ АНТЕННУ И ЗАЗЕМЛЕНИЕ

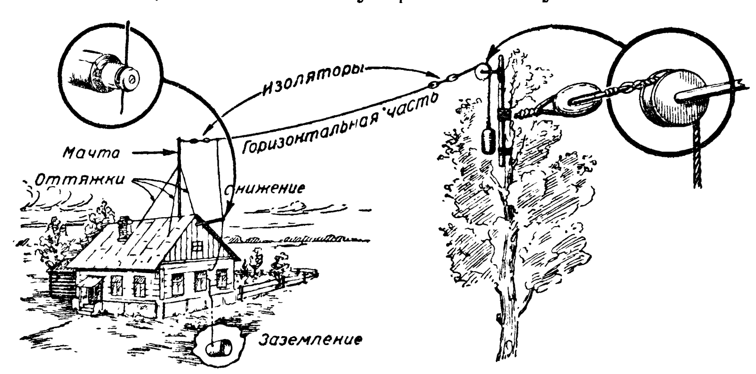
Для того чтобы наша работа по радиоприему была наиболее успешна, нам нужно прежде всего построить хорошую антенну и сделать надежное заземление. Устраивая антенну, мы должны помнить основное ее назначение—захватить от радиоволн возможно больше энергии. Чем больше мы захватим из пространства энергии, тем более громкую слышимость радиопередачи мы сможем получить.

КАКУЮ АНТЕННУ СТРОИТЬ?

Нашему юному читателю наверное приходилось видеть много разных конструкций антенн, подвешенных к мачтам (шестам), установленным на крышах или на земле, привязанных к деревьям и к другим высоким предметам. Большинство антенн представляет собой длинные провода, протянутые высоко над землей и своими концами входящие в дома, где установлены радиоприемники. Часто встречаются антенны в ви-

де проволочных метелок или рамок, укрепленных на шестах. Все эти антенны носят название наружных антенн, так как они находятся снаружи зданий. Некоторые радиолюбители располагают свои антенны внутри зданий. Такие антенны носят название комнатных, или внутренних.

Начинающему радиолюбителю мы рекомендуем прежде всего построить наружную Г-образную антенну, т. е. напоминающую своим видом букву «Г» (фиг. 14). Если построить такую антенну, руководствуясь указаниями, которые мы дадим в этой беседе, можно быть уверенным в успехе тех опытов



Фиг. 14. Г-образная антенна.

с радиоприемом, которые мы собираемся делать. Без преувеличения можно сказать, что такая антенна будет лучшей антенной для любого радиоприемника, и особенно детекторного.

Г-образная антенна, как видно из фиг. 14, состоит из горизонтального (или слегка наклонного) провода длиной 25—50 *м*, подвешенного на высоте не менее 10—15 *м* над землей, и снижения — провода, свисающего от одного из концов горизонтального провода и нижним своим концом входящего в дом, где будет работать радиоприемник. Длина снижения зависит от высоты подвески горизонтальной части антенны. Ту часть снижения, которая входит в дом, называют вводом антенны.

Чем дальше от нас расположена ближайшая радиовещательная станция, тем выше нужно подвешивать горизонтальную часть. Соответственно длиннее получается и снижение. С другой стороны, чем выше расположена горизонтальная часть антенны, тем громче будет радиоприем. Если антенна располагается среди деревьев, домов или других построек, желательно, чтобы ее горизонтальная часть была выше их.

ВЫБОР МЕСТА ДЛЯ АНТЕННЫ

Работу по устройству антенны нужно начинать с отыскания места для ее подвески, ориентируясь на использование имеющихся вблизи домов, деревьев или других высоких предметов. Места укрепления концов горизонтальной части антенны нужно выбирать с таким расчетом, чтобы между ними было свободное пространство, чтобы антенна проходила по возможности над поверхностью земли. Близко к крышам домов и над деревьями антенну подвешивать не рекомендуем. Запрещается подвешивать антенну над проводами электрического освещения, над телефонными, телеграфными и другими проводами. Горизонтальную часть антенны следует по возможности располагать перпендикулярно к указанным проводам и подальше от них.

В городах обычно приходится ставить две мачты на крышах домов. Одна мачта высотой 5—8 *м* устанавливается на крыше дома, где будет работать наш радиоприемник, или на крыше соседнего дома, если он выше, а вторая — на крыше другого удаленного дома.

В сельской местности условия установки антенны могут быть иные. Здесь часто можно обойтись без установки мачт, подвесив горизонтальную часть антенны между высокими деревьями. Иногда приходится устанавливать высокую мачту прямо на земле.

При выборе предметов для подвески антенны и при выборе высоты мачт нужно руководствоваться прежде всего тем, чтобы расстояние между этими предметами было равно 30—60 *м* и чтобы места закрепления концов горизонтальной части антенны были по возможности на одной высоте.

УСТАНОВКА МАЧТЫ НА КРЫШЕ

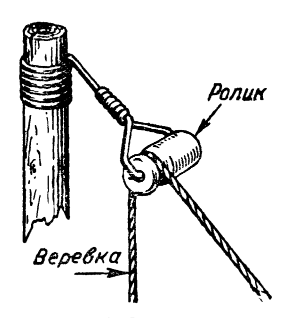
Для установки мачты на крыше дома нужен шест высотой 5—8 *м*. Диаметр его у основания должен быть не меньше 8—10 *см* и на верхнем конце не меньше 5—8 *см*. Кроме того, нужно запастись железной проволокой диаметром около 3 *мм*.

При установке мачты на железной крыше нужно еще иметь 3—4 железных костыля и куски листовой резины.

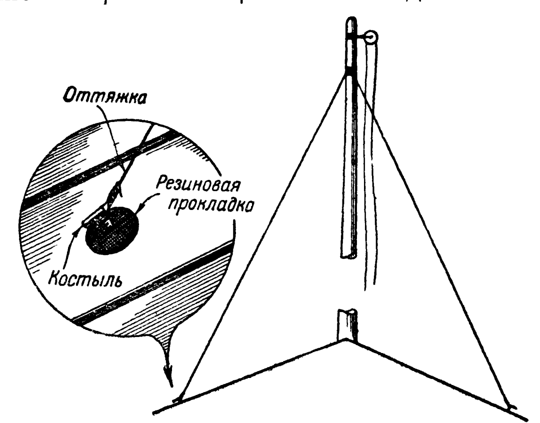
Отступя примерно на 20—30 *см* от вершины шеста, нужно прикрепить к нему три или четыре проволочных оттяжки. Чтобы оттяжки не сползали вниз по шесту, под местом их крепления следует туго намотать несколько рядов проволоки. Выше места крепления оттяжек к шесту привязывается блок или

прочное кольцо. Блок может быть сделан из большого ролика, предназначенного для проводки электрического освещения (фиг. 15). В случае, если мачта будет устанавливаться на коньке железной крыши, в нижнем торце мачты делается пропил, по форме конька крыши.

Симметрично от намеченного места установки мачты в стропила крыши вбиваются костыли (фиг. 16). Под головки костылей следует проложить резиновые кружки, которые будут служить для предохранения крыши от протекания воды в этих местах. Вместо костылей можно вбить в стропила крючья или большие желез-



Фиг. 15. Как сделать блок из ролика.



Фиг. 16. Крепление антенны на крыше.

ные гвозди. Через блок, укрепленный наверху мачты, или через заменяющее его кольцо нужно пропустить веревку, проверить, достаточно ли свободно протягивается она взад и вперед через блок (кольцо), и привязать временно оба конца веревки к нижней части мачты. Если есть возможность достать тонкий гибкий металлический трос, его следует применить вместо веревки.

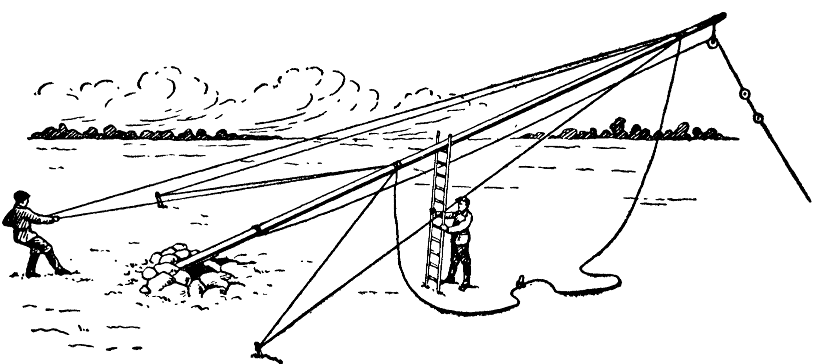
Выполнив все эти подготовительные работы, можно приступить к установке мачты. Здесь уже нужно работать вдвоем, а если шест тяжелый, то и втроем. Мачта устанавливается на коньке крыши строго вертикально, и пока один человек поддерживает ее в таком положении, другой закрепляет концы оттяжек. Нижний конец мачты может быть укреплен к крыше гвоздями. После того как мачта установлена, необходимо тщательно заделать все повреждения, которые были причинены крыше.

Все места железной крыши, где проходят сквозь нее гвозди или костыли, и место вокруг мачты необходимо тщательно промазать густым суриком или другой масляной краской. На деревянной или толевой крыше эти места нужно залить смолой или гудроном.

Привязывать мачты и оттяжки к дымовым, вентиляционным и другим трубам запрещается; не разрешается также заделывать концы оттяжек у водосточных желобов.

УСТАНОВКА МАЧТЫ НА ЗЕМЛЕ

Мачта, устанавливаемая на земле, должна иметь диаметр у основания не менее 10—12 *см* и в вершине 4—5 *см*. Чтобы такая мачта стояла надежно и прямо, ее нужно укрепить 2—3 рядами оттяжек из более толстой железной проволоки, чем оттяжки для мачты, устанавливаемой на крыше. Блок и от-



Фиг. 17. Установка мачты на земле.

тяжки крепятся к мачте, устанавливаемой на земле, так же, как и к мачте, устанавливаемой на крыше. Если мачта сделана составной, из двух-трех частей, концы оттяжек следует обматывать вокруг мест сращивания шестов.

На том месте, где будет устанавливаться мачта, нужно вырыть яму. Если почва в месте установки мягкая, на дно ямы нужно положить кусок доски. На расстояниях не менее $^1/_3$ высоты мачты, на равных расстояниях от ямы и друг от друга в землю забиваются или закапываются три-четыре кола (фиг. 17). Толщина кольев должна быть не менее толщины самой мачты. Для кольев по возможности нужно выбирать такие места, в которых была бы исключена возможность по-

вреждения оттяжек, которые будут к ним привязаны, проезжающими автомашинами, подводами или по другим причинам. Глубина, на которую нужно вбивать или закапывать колья, зависит от твердости почвы. Чем рыхлее почва, тем на большую глубину должны уходить они в землю. Колья должны быть забиты или закопаны с наклоном в сторону, противоположную от мачты. Если колья закапываются в рыхлую почву, до засыпки ям землей нужно укрепить их внизу камнями.

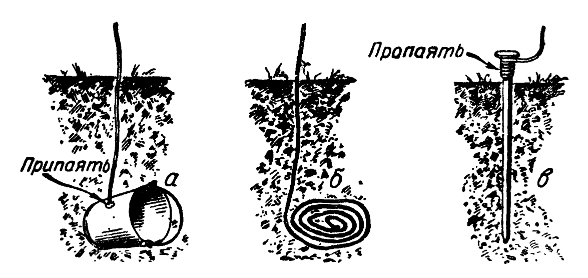
В подъеме мачты должны участвовать 3—5 человек, в зависимости от ее высоты и веса. Перед установкой мачты работу нужно распределить таким образом, чтобы была полная согласованность в действиях. Мачта кладется на землю таким образом, чтобы ее нижний конец висел над ямой, в которую мачта будет устанавливаться, а верхний конец был бы направлен в сторону одного из кольев (фиг. 17). Оттяжки привязываются к двум противоположным кольям в натянутом положении. К третьему колу, в сторону которого лежит мачта, оттяжки привязываются с таким расчетом, чтобы после установки мачты они натянулись.

Подъем мачты осуществляется так: приподнимают над землей верхний конец мачты и одновременно тянут за оттяжки, которые не привязаны к кольям. По мере подъема вершины мачты над землей ее нужно поддерживать снизу с помощью ухватов, лестницы и т. п. Когда мачта встанет в яму почти вертикально, привязываются к своему колу оттяжки, использованные для подъема. После этого регулируется натяжение отдельных оттяжек до тех пор, пока мачта не встанет совершенно вертикально. Основание мачты укрепляется в яме камнями, яма засыпается землей и утрамбовывается.

УСТРОЙСТВО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

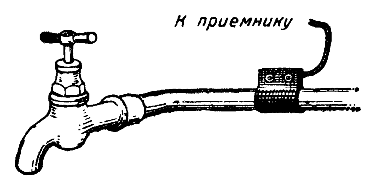
Прежде чем приступить к подвеске антенны, нужно сделать заземление, необходимое для электрического соединения радиоприемника с землей. Для этого нужно возле самого дома, возможно ближе к намеченному месту установки приемника, вырыть яму глубиной не менее 1,5 *м*. Чем суше почва, тем глубже нужно рыть яму. Во всяком случае, яму следует рыть до глубины, на которой земля всегда сохраняет влагу. В яму укладывается какой-нибудь металлический предмет, например старое, но не заржавленное ведро (фиг. 18,*а*) или лист жести размером не менее чем 50 × 100 *см*, к которым предварительно припаивается проволока.

Если нет железного листа такого размера, можно в яму опустить два или большее количество листов железа меньшего размера, имеющих вместе такую площадь. К каждому листу нужно припаять по куску проволоки.



Фиг. 18. Различные способы устройства заземления.

Можно также в яму уложить моток голой проволоки диаметром не менее 0,5—1 *мм* (фиг. 18,*б*), в котором должно быть несколько десятков метров.



Фиг. 19. Водопроводная труба в качестве заземления.

После того как в яму погружен металлический предмет или моток проволоки, яма засыпается землей. При засыпке нужно осторожно обращаться с проводом, выходящим из ямы, следить за тем, чтобы не перебить его лопатой. Засыпку следует производить небольшими слоями земли, тщательно утрамбовывая каждый слой.

Хорошее заземление можно сделать из железной трубы длиной 2—$2^1/_2$ *м*. Один конец трубы сплющивается и заостряется. К другому концу трубы припаивается проволока, предназначенная для ввода в дом. Труба забивается в землю (фиг. 18,*в*).

Провод заземления с помощью скобок прибивается к стене дома (фиг. 14), и затем его конец через отверстие, просверленное в раме окна или стене, пропускается в комнату. Изолировать этот провод не нужно.

Если в земле закопано несколько листов железа или забито несколько труб, отдельные проводники, идущие от них, свиваются в жгут, который прибивается скобками к стене и вводится в помещение.

В городе, где есть водопровод или центральное водяное (паровое) отопление, хорошим заземлением могут служить трубы водопровода или отопления, так как они соединяются с трубами, проложенными под землей. Труба, по возможности ближе к месту установки приемника, зачищается напильником до блеска, и на этом месте крепко наматывается очищенная до блеска медная или бронзовая проволока, или это соединение делают с помощью хомутика (фиг. 19); конец проволоки затем, возможно кратчайшим путем, подводится к столу, где мы будем мастерить или устанавливать радиоприемник.

ПОДВЕСКА АНТЕННЫ

Для устройства Г-образной антенны нужно иметь следующий материал.

Провод. Лучше всего для антенны применять специальный антенный канатик, свитый из тонких медных проволочек, или медную проволоку диаметром в 1,5—2 *мм*. В крайнем случае можно применить стальной оцинкованный канатик или оцинкованную стальную (железную) проволоку диаметром около 3 *мм*. Проволоку тоньше 1,5 *мм* применять не следует, так как антенна получится непрочной.

Не рекомендуется также применять алюминиевую проволоку, так как она на открытом воздухе скоро становится очень ломкой и антенна обрывается.

Если есть в достаточном количестве голая или эмалированная проволока диаметром в 0,2—0,3 *мм*, из нее можно свить канатик, скрутив вместе 6—8 таких проволок (жилок).

Антенну и снижение от нее лучше делать из одного целого куска; если нет провода необходимой длины в одном куске, концы соединяемых проводов нужно хорошо зачистить, прочно скрутить и пропаять.

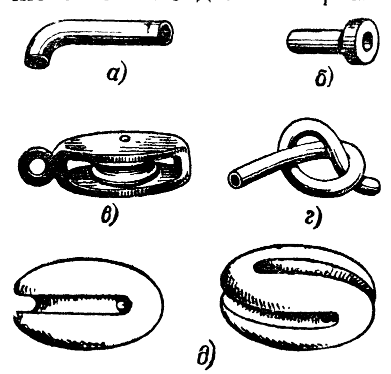
Не следует применять для антенны куски проволоки из разных металлов, например железную и медную, так как от воздействия влаги и тепла в месте их соединения происходит особо сильное окисление, которое может нарушить электрическое соединение между кусками проволоки.

Антенные изоляторы. Антенные изоляторы служат для того, чтобы предотвратить утечку тока высокой частоты из антенного провода через мачты (или дерево, к которому подвешена антенна) в землю. Нужно купить 4—6 специальных «орешковых» фарфоровых изоляторов (фиг. 20,*д*). Вместо них могут быть использованы фарфоровые ролики, применяемые

при проводке электрического освещения, горлышки от стеклянных бутылок или, в крайнем случае, деревянные катушки от ниток, проваренные в парафине.

Фарфоровые втулки и воронки. Эти детали нужны для изолирования провода снижения в месте прохода его в здание сквозь стену или раму окна.

Если снижение будет пропускаться через отверстие, просверленное в стене или колоде окна, нужна одна воронка и одна втулка (фиг. 20,*а* и *б*); если же снижение должно проходить через двойные оконные рамы, нужно иметь три втулки и одну воронку. Вместо воронки можно применять втулку, и наоборот, вместо втулок — воронки.



Фиг. 20. Материалы, необходимые для устройства антенны.

Эбонитовая трубка (фиг. 20,*г*). Она нужна для той же цели, что и втулки. Ее диаметр должен быть таким, чтобы она могла входить внутрь втулок и воронок. Необходимо иметь кусок эбонитовой трубки, по длине несколько большей толщины стены или косяка окна. Вместо эбонитовой трубки можно применить резиновую, линоксиновую или кембриковую трубку (последние два типа трубок продаются в радиомагазинах).

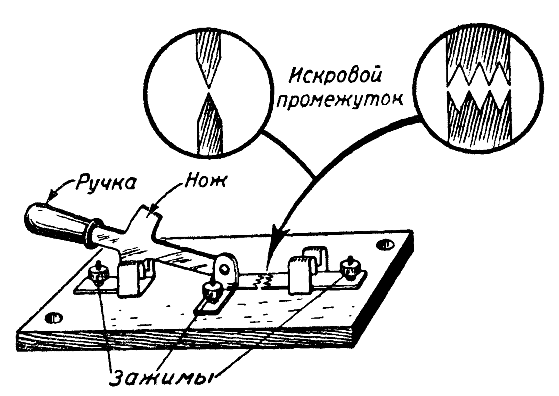
Грозовой переключатель. Он необходим для соединения антенны с землей, когда приемник не работает. В случае возникновения в антенне (от действия атмосферного электричества) сильных электрических зарядов, грозовой переключатель отводит эти заряды в землю. Следует применять грозовой переключатель, снабженный грозоразрядником в виде двух зубчатых пластинок (фиг. 21). При возникновении в антенне зарядов атмосферного электричества в то время, когда приемник присоединен к антенне, между зубчиками разрядника проскакивает электрическая искра и через нее заряды уходят в землю, минуя приемник.

Кроме того, нужно иметь небольшой блок для подвески горизонтальной части антенны, а также ролики и шурупы для проводки антенного провода внутри помещения.

Когда весь материал для антенны заготовлен, нужно просверлить в стене или в оконной раме или колоде отверстие

для ввода антенного снижения. Через те части оконной рамы, которые открываются, снижение вводить в дом не следует. Отверстие нужно сверлить с некоторым наклоном в сторону улицы, чтобы через него не могла затекать дождевая вода. По возможности ближе к этому отверстию и к отверстию, в которое введен провод заземления, на стене привинчивается шурупами грозовой переключатель.

Далее изготовляются две цепочки из изоляторов или роликов, связывая их между собой проволокой, как указано на



Фиг. 21. Грозопереключатель.

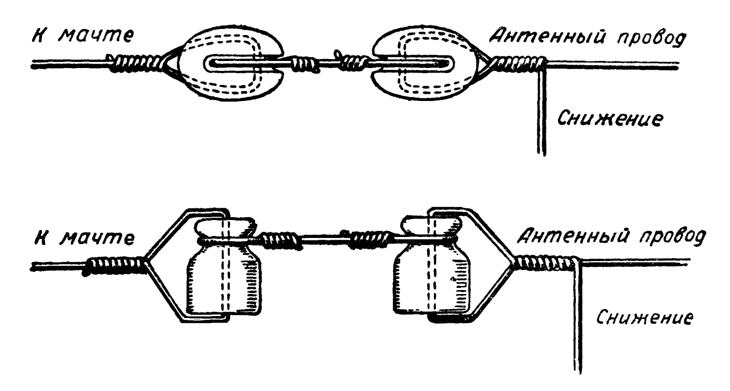
фиг. 22. Связывать изоляторы, как показано на фиг. 23, не следует, так как если при такой вязке один из изоляторов разобьется, провод упадет. В случае же связывания их по фиг. 22, даже если один изолятор расколется, обвязывающие его проволочные петли окажутся вдетыми одна в другую и антенна будет держаться на них. Уцелевшие изоляторы при этом будут продолжать выполнять свою роль — не пропускать токи высокой частоты из антенного провода по веревке или тросу к мачте и через нее в землю.

Конец одной из цепочек изоляторов привязывается к наружному концу мотка антенного провода или канатика; другой конец этой цепочки привязывается к концу веревки (троса), перекинутой через блок (кольцо), привязанный к дальней от дома мачте (к дереву).

После этого приступают к размотке антенного канатика или провода, двигаясь по направлению к дому, где находится приемник. Разматывать моток провода (канатика) следует, вращая его, как показано на фиг. 24, не допуская образования

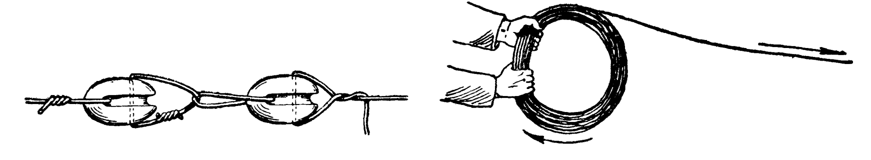
петель, образующих перегибы, в местах которых провод впоследствии ломается.

Нельзя разматывать провод, бросив моток на землю (фиг. 25), так как в этом случае обязательно будут образовываться петли и, кроме того, легко запутать провод.



Фиг. 22. Цепочка изоляторов.

Свободный конец антенного провода продевается в отверстие крайнего изолятора второй заготовленной цепочки и протаскивается через него до тех пор, пока останется непродернутым кусок провода, равный длине горизонтальной части антенны. Свободный конец провода будет являться снижением.



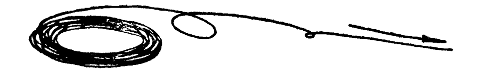
Фиг. 23. Так нельзя связывать изоляторы в цепочку.

Фиг. 24. Размотка провода.

Антенный провод может быть закреплен на изоляторе обкручиванием снижения несколько раз вокруг будущей горизонтальной части антенны, либо при помощи отдельного куска проволоки.

Не рекомендуется обрезать антенный провод или канатик около изоляторов, а затем прикручивать к нему отдельный кусок проволоки или канатика для снижения.

Вторая цепочка изоляторов крепится к веревке или тросу таким же образом, как закреплена первая. После этого тянут за свободные концы веревок или тросов, перекинутых через блоки, и производят подъем антенны. Сильно натягивать антенный провод, особенно летом, не следует, так как проволока заметно сокращается зимой, на морозе. От этого антенна натягивается сильнее и может оборваться.



Фиг. 25. Если так разматывать провод, на нем образуются петли.

От сильных ветров, дождей, гололеда, а также в жаркие летние дни проволока антенны может постепенно растягиваться. С помощью блока антенну время от времени можно подтягивать или ослаблять.

Когда антенна поднята, свободные концы веревок (тросов) привязываются к мачтам. Если один конец антенны укреплен на дереве, свободный конец веревки привязывать к нему не следует, так как при качании дерева антенна может оборваться.

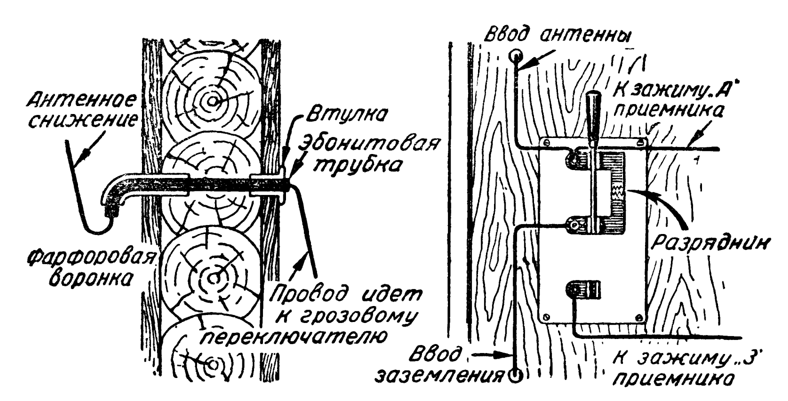
В этом случае на свободный конец веревки, пропущенной через блок, подвешивается груз, например камень. Подбирая вес последнего, можно установить необходимое натяжение.

ВВОД АНТЕННЫ И УСТАНОВКА ГРОЗОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ

Конец снижения продергивается через эбонитовую трубку, пропущенную в отверстие в стене (фиг. 26). Если провод снижения соприкасается с краем крыши или другими частями дома, следует привязать его к фарфоровому ролику, привинченному на конец шеста, который, в свою очередь, укрепляется на стене или на краю крыши (фиг. 14). Конец провода антенного снижения обрезается с таким расчетом, чтобы его хватило дотянуть до грозопереключателя. На конце провода делается петелька, которая поджимается под верхний винт (или зажим) грозопереключателя. Такая же петелька, сделанная на проводе заземленная, поджимается под средний винт грозопереключателя, соединяющийся с перекидным ножом.

Далее нужно заготовить два куска изолированного провода такой длины, чтобы ими можно было бы соединить грозо-

переключатель с приемником. Провод можно использовать любой, например, применяемый для проводки электроосвещения, телефона, звонков и т. п. Концы проводов очищаются от изоляции на длину около 10—15 *мм* и на них делаются петельки. Концы проводов с изоляцией, сделанной из ниток, следует об-



Фиг. 26. Устройство антенного ввода и установка грозопереключателя.

мотать нитками, чтобы изоляция не растрепалась. Конец одного изолированного провода зажимается под нижний свободный винт грозопереключателя. Другой кусок изолированного провода зажимается одним концом под верхний винт грозопереключателя, под который зажат провод антенны. Вторые концы этих проводов соединяются с приемником (фиг. 26).

Отметим, что в случае затруднений с покупкой воронки и других изоляционных материалов можно обойтись временным вводом антенны без всякой изоляции, особенно в сухую погоду. Для временного ввода не нужно делать никаких отверстий: провод пропускается через открытое окно и захватывается закрыванием оконных створок.

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ГРОЗОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕМ

Перед тем как начать слушать радиопередачу, ручку ножа грозопереключателя нужно поставить в нижнее положение.

По окончании приема радиопередачи нож грозопереключателя нужно обязательно перекинуть в верхнее положение. При этом антенна будет соединена с землей или, как говорят, «за-

землена». В верхнее положение нужно ставить нож грозопереключателя каждый раз, когда приближается гроза. Заземляя антенну, вы избавите себя от опасности поражения сильным электрическим зарядом, который может возникнуть в антенне от действия атмосферного электричества во время грозы, а также предохраните радиоприемник от повреждения по той же причине.

Приближение грозы всегда можно обнаружить по возникновению очень сильных тресков в телефоне или громкоговорителе приемника. В этом случае нужно прекратить прием и заземлить антенну грозопереключателем. Приемник при этом перестает работать, а получающиеся в антенне электрические заряды уходят в землю, не причиняя никакого вреда.

При наступлении грозы не следует трогать ни приемника, ни телефонных трубок. Проводку от антенны к приемнику следует вести дальше от таких легковоспламеняющихся предметов, как занавески и т. п. Этих предосторожностей в общем достаточно, чтобы не иметь неприятностей от антенны и радиоприемника во время грозы.

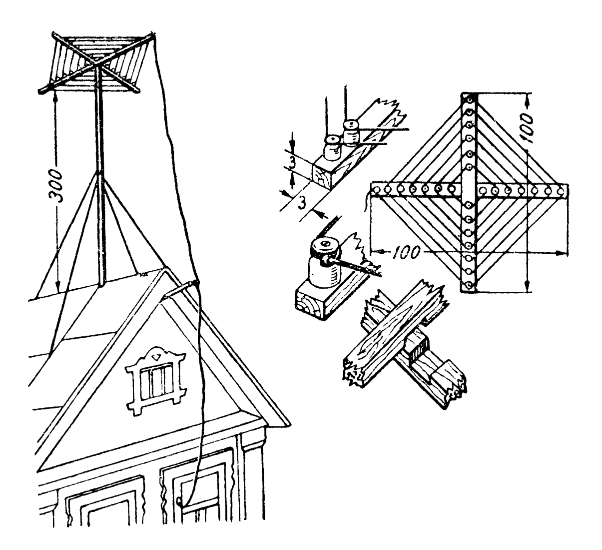
РАМОЧНАЯ И МЕТЕЛОЧНАЯ АНТЕННЫ

Описанная нами Г-образная антенна требует двух точек для подвеса, что не всегда удобно.

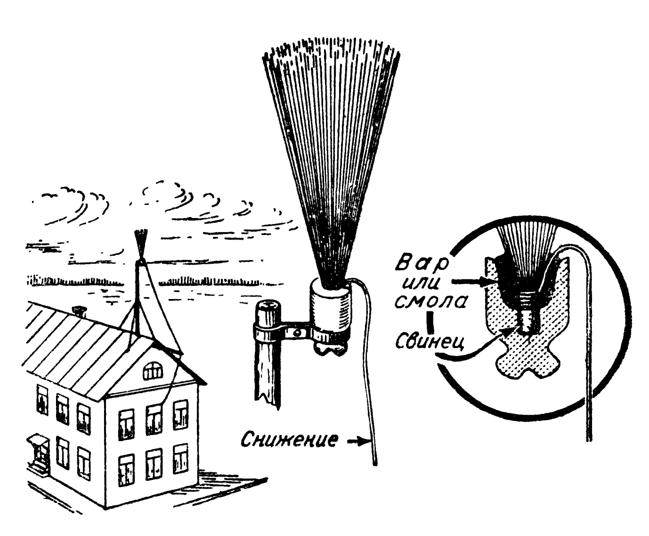
Можно соорудить рамочную или метелочную антенну, для устройства которых нужно иметь по одной мачте.

В рамочной антенне (фиг. 27) провод длиной 30—50 *м* намотан на фарфоровых роликах, привинченных к крестообразной раме, сбитой из брусков длиной 1 *м*. Расстояние между роликами 1—2 *см*. Рама прибита к мачте, которая устанавливается на крыше. Провод закрепляется на роликах в начале и конце намотки. Наружный свободный конец провода служит снижением.

Антенна — «метелка» (фиг. 28) состоит из 80—100 кусков голой проволоки диаметром 1,0—1,5 *мм* и длиной по 40—50 *см*. Эти отрезки защищаются с одного конца, туго стягиваются голой проволокой, предназначенной для снижения, и вставляются в отверстие большого изолятора (используемого для уличной электропроводки). Если есть возможность, стянутые концы заливают расплавленным свинцом. В крайнем случае можно залить их варом или смолой. Это нужно для того, чтобы обеспечить надежное соединение между отдельны-



Фиг. 27. Рамочная антенна.



Фиг. 28. Метелочная антенна.

ми прутьями проволоки. Свободные концы отрезков надо расправить наподобие метлы.

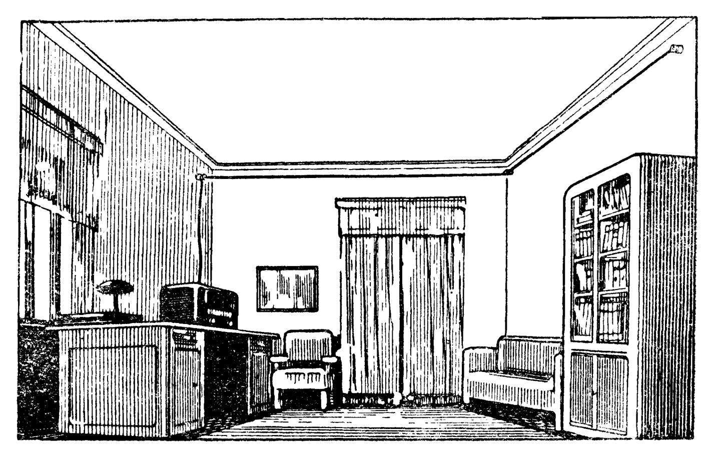
Изолятор можно заменить каким-нибудь толстостенным фарфоровым или стеклянным стаканом подходящего диаметра.

Мачтой для этого типа антенн служит деревянный шест длиной 5—8 *м.*

КОМНАТНАЯ АНТЕННА

При близком расположении радиовещательной станции можно сделать комнатную (внутреннюю) антенну.

Для устройства комнатной антенны нужно в углах комнаты под потолком привинтить фарфоровые ролики и натянуть



Фиг. 29. Устройство комнатной антенны.

между ними изолированный или голый провод (фиг. 29). Конец провода спускается вниз, к месту установки приемника.

Провод может быть протянут вдоль двух, трех или всех четырех стен. Грозопереключатель в этом случае не требуется.

На рамочную, метелочную и комнатную антенны при наличии лампового приемника можно принимать и дальние радиовещательные станции.

ПОХОДНЫЕ АНТЕННЫ

В походных условиях, например на экскурсии, можно легко установить временную антенну, если вблизи есть деревья, строения и пр. При подвеске антенны к дереву — на возмож-

но более высокую ветку последнего забрасывается длинная веревка или проволока с грузом (например, несколько гаек). Спустив конец с грузом через ветку вниз, к одному из концов веревки привязывают антенный провод (через изолятор) и подтягивают его на веревке вверх.

При сырой почве для заземления можно воспользоваться большим гвоздем. Вокруг его конца у шляпки крепко обматывается зачищенная проволока и затем гвоздь забивается в землю.

При сухой почве в качестве заземления может служить провод, длиною равный проводу антенны, растянутый по земле, либо подвешенный над землей, так же как антенна, но на небольшой высоте. Такой провод, заменяющий заземление, называется **противовесом**.

ЗАМЕНИТЕЛИ АНТЕНН

Не только в антенных проводах, но и во всех металлических предметах электромагнитные волны возбуждают токи высокой частоты. Чем больше металлический предмет, тем больше энергии он улавливает. Токи высокой частоты возбуждаются в проводах электрического освещения, в телефонных проводах, в железных крышах.

Все эти предметы могут быть использованы в качестве антенны, если к ним присоединить кусок провода, включив его вместо антенны в приемник.

Правда, прием на «заменители антенн» всегда будет слабее, чем на нормальную наружную антенну.

Итак, те, кто располагает входящими в их дом электрическими проводами или имеет на своем доме железную крышу, могут осуществить радиоприем без большой затраты проволоки на устройство антенны.

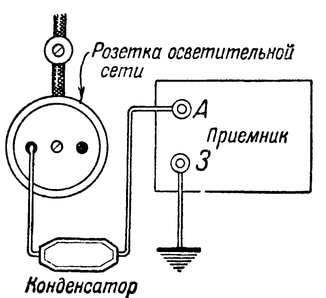
На подобные «заменители антенны» обычно удается принимать местную станцию, т. е. расположенную в непосредственной близости от нашего приемника. Какая из этих «антенн» дает более громкий прием, можно ответить только очень приближенно.

Как правило, лучшие результаты дает электрическая проводка, если она сделана на столбах при значительной высоте подвеса, в открытой (не гористой и не лесистой) местности. На подземную (кабельную) проводку прием получается хуже.

Хорошие результаты бывают и при приеме на крышу. Здесь играет роль высота крыши.

Крыша, имеющая электрическое соединение с землей, дает плохой прием.

Нужно иметь в виду, что к электрическим сетям, используемым в качестве антенны, приемник должен обязательно включаться через так называемый разделительный конденсатор. В качестве такового берется слюдяной конденсатор емкостью от 300 до 500 микромикрофарад (так и спрашивайте при покупке его в магазине, торгующем радиотоварами).



Фиг. 30. Включение разделительного конденсатора.

К обоим выводам конденсатора присоединяют куски изолированной проволоки, концы которых зачищаются от изоляции (фиг. 30).

Конец одного проводника вставляют в одно из гнезд штепсельной розетки электрической сети. В которое из гнезд включить проводник, нужно установить практическим путем. Иногда от этого зависит громкость работы приемника. Свободный конец второго проводника присоединяют к радиоприемнику вместо антенны.

Во избежание электрического удара не следует касаться голой рукой вывода конденсатора, соединенного с сетью. Рекомендуем во избежание случайного прикосновения этого вывода обмотать весь конденсатор изоляционной лентой, применяемой при монтаже электрической проводки. Разделительный конденсатор препятствует прохождению через приемник в землю переменного тока низкой частоты, предназначенного для питания электролампочек. В то же время он хорошо проводит через себя токи высокой частоты, которые создаются в проводах и нужны нам для радиоприема. Этот конденсатор разделяет токи, поэтому и называется разделительным.

Ни в коем случае нельзя разделительный конденсатор присоединять к электропроводу помимо штепсельной розетки или включать его в розетку, не имеющую плавкого предохранителя, так как при неисправном разделительном конденсаторе сеть окажется заземленной. Это вызовет большую утечку тока через приемник в землю, может погаснуть свет, а прием-

ник испортится. Плавкий предохранитель исключит эти неприятности, так как при неисправном конденсаторе он перегорит.

При приеме на осветительную сеть грозопереключатель устанавливать не нужно. По окончании приема приемник желательно отключать от осветительной сети.

Беседа шестая

ПЕРВЫЕ ОПЫТЫ

Практическую деятельность в области радио мы начнем с постройки детекторного приемника.

Схем детекторных приемников много. Но какую из них собирать начинающему радиолюбителю? Такой вопрос очень часто ставит юного конструктора в затруднительное положение. Обычно начинают с поисков описаний, расспросов товарищей. Одни советуют одно, другие — другое. Находится описание — нет подходящих деталей. Часто начинающий радиолюбитель собирает приемник по первому попавшемуся описанию, вслепую, не отдавая отчета в своих действиях. В результате, при допущенной даже незначительной ошибке приемник не работает. Начинаются поиски ошибок «наощупь», приемник заново переделывается, а это приводит к ухудшению, а иногда и к порче деталей.

Мы предлагаем нашим читателям провести несколько опытов, на которых в течение нескольких вечеров можно испробовать и понять устройство основных типов детекторных приемников. Детекторные приемники обычно собирают в ящичках или на дощечках, называемых панелями. На панелях сначала размещают и укрепляют детали, а потом соединяют их между собой в определенном порядке.

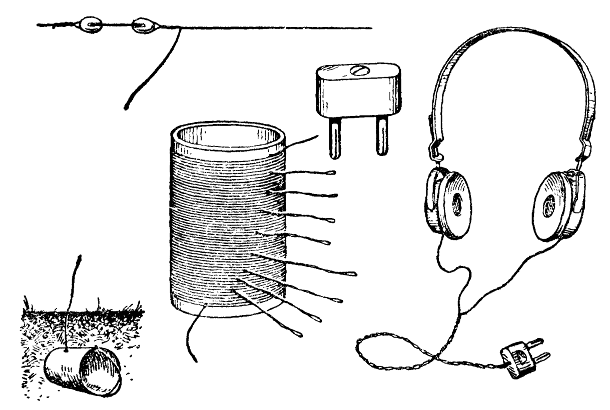
В отличие от обычных приемников, мы будем собирать схемы в развернутом виде, прямо на столе. Детали нам нужны те же, что и для обычных приемников, и работать они будут так же, но вся схема будет лежать на столе. Такая схема называется «летучей». В ней мы легко сможем делать любые изменения простым пересоединением проводников и одновременно следить за ее работой и делать выводы.

Проведенные опыты помогут нам понять устройство и принцип работы основных типов детекторных приемников, получить первые практические навыки и уверенно приступить к конструированию.

ЧТО НУЖНО ДЛЯ ОПЫТОВ

Все необходимое для опытов показано на фиг. 31. Антенна показана сверху, а заземление снизу.

Под антенной нарисована катушка индуктивности (ее часто называют просто катушкой). Она нужна для настройки приемника на волну желаемой радиовещательной станции. Без катушки не бывает ни одного радиоприемника. Катушка представляет собой картонную трубку (каркас), на котором намотано определенное количество витков провода.



Фиг. 31. Основные детали, необходимые для опытов.

В середине — кристаллический детектор. По внешнему виду он похож на штепсельную вилку, которую мы вставляем в розетку электросети, когда хотим зажечь настольную лампу. Каково его внутреннее устройство — мы узнаем позднее. Справа — телефонные трубки или, как их иногда называют, «радионаушники». В дальнейшем мы будем их называть сокращенно телефоном. Существует две системы телефонов: электромагнитные и пьезоэлектрические. Как те, так и другие пригодны для наших опытов. Телефон имеет гибкий изолированный провод-шнур, на конце которого имеются две штепсельные ножки, через которые он соединяется с приемником. О внутреннем устройстве телефона мы расскажем в одной из следующих бесед.

Кроме того, нам нужен будет конденсатор постоянной емкости в 500—2 000 микромикрофарад[1], если мы будем слушать

[1] В дальнейшем вместо длинного слова „микромикрофарад" мы будем писать всегда его сокращенное обозначение—*мкмкф*.

на электромагнитные телефоны, или постоянное сопротивление от 30 000 до 100 000 *ом*, если наши телефоны пьезоэлектрические. В дальнейшем нам потребуется еще два зажима и четыре штепсельных гнезда.

Катушку индуктивности мы изготовим сами. Телефон, детектор и сопротивление нужно приобрести готовыми. Конденсатор для первых опытов также лучше купить; в дальнейшем мы расскажем, как его можно сделать самому. Зажимы и гнезда могут быть готовыми или самодельными.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ

Катушка индуктивности, которую нам предстоит изготовить, нужна не только для опытов. Она будет нами использована в детекторных и простых ламповых приемниках. Поэтому ее нужно делать прочно и аккуратно.

Каркас катушки можно склеить из картона, прессшпана или из плотной бумаги — в несколько слоев. Он должен иметь диаметр 65—75 *мм*, быть достаточно жестким, чтобы не мяться и не коробиться при намотке на него провода. На каркас нужно будет намотать 250 витков медного изолированного провода диаметром от 0,2 до 0,8 *мм*.

Изоляция провода может быть эмалевой, хлопчатобумажной или шелковой. Важно, чтобы она была хорошей — не попорченной, иначе между витками будет соединение (замыкание), что резко ухудшит прием.

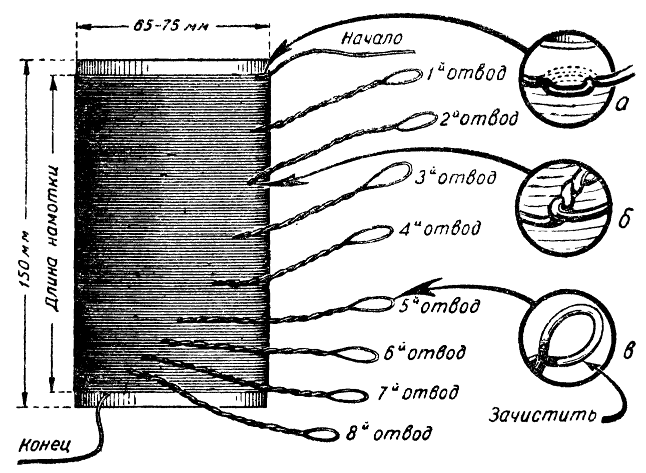
Естественно, что чем толще провод, тем длиннее должен быть каркас катушки. Нам нужен каркас такой длины, чтобы по его краям снизу и сверху оставалось свободное от намотки место по 10—12 *мм*. На фиг. 32 указана длина каркаса для катушки, намотанной проводом в эмалевой изоляции диаметром 0,5 *мм* (ПЭ 0,5).

Прежде чем заготавливать выкройку для склеивания каркаса, рекомендуем намотать на карандаш плотно друг к другу 25 витков провода, предназначенного для катушки, и измерить линейкой занятую им длину (фиг. 33). Полученное число миллиметров умножаем на 10 и прибавляем 20—25 *мм*, необходимых для свободных от намотки краев каркаса. Итог даст требуемую длину каркаса в миллиметрах.

Для склейки каркаса можно использовать любой клей: целлулоидный (эмалит), казеиновый, столярный, конторский. Но предпочтение нужно отдать первым двум, так как они меньше других воспринимают влагу. Каркас должен иметь

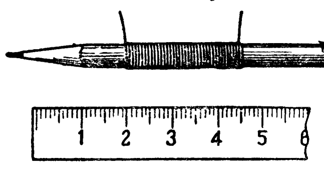
правильную цилиндрическую форму. Поэтому клейте его обязательно на деревянной болванке или бутылке подходящего диаметра.

Способ склейки каркаса из плотной бумаги показан на фиг. 34. Сначала из бумаги нужно вырезать полоску (выкрой-



Фиг. 32. Устройство катушки индуктивности.

ку), ширина которой равна длине каркаса. Длина этой полоски должна быть такой, чтобы ее можно было обернуть три-четыре раза вокруг болванки. Болванку обертывают одним-двумя слоями тонкой бумаги, чтобы готовый каркас не приклеился к болванке, и закатывают в выкройку на один оборот, а оставшуюся часть ее покрывают равномерно клеем, затем плотно закатывают в остальную часть выкройки. Чтобы слои бумаги хорошо склеивались между собой, каркас обертывают несколькими слоями любой бумаги и сверху обматывают веревкой или тряпичными полосками. Каркас должен сохнуть на болванке в теплом месте примерно в течение суток. По истечении этого срока нужно освободить каркас от стягивающих веревок и бумаги, подрезать его края острым ножом и осторожно снять с болванки. Если каркас, снятый с болванки, не совсем просох, его необходимо досу-

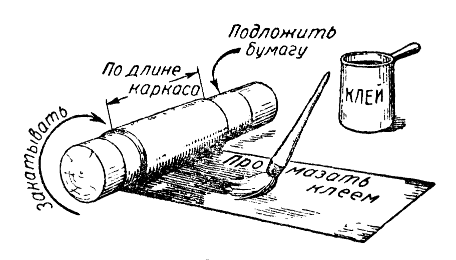


Фиг. 33. Подсчет длины намотки катушки.

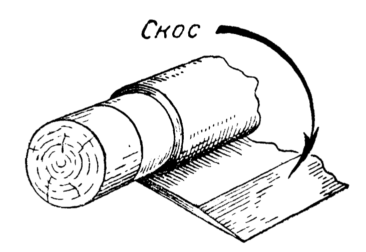
шить, чтобы он был совершенно жестким. Высохший каркас нужно обработать мелкой наждачной бумагой (шкуркой).

Таким же способом склеивают каркас из прессшпана или плотного картона, но только в два слоя. Если применяют толстый прессшпан или картон, перед склеиванием на концах вырезки нужно сделать острым ножом скосы, чтобы шов у готового каркаса был незаметным (фиг. 35).

Отступив от края каркаса на 10—12 *мм*, делаем шилом два прокола и закрепляем в них конец провода, как это показано на фиг. 32,*а*. Это будет начало катушки. Затем наматываем провод на каркас ровно и плотно — виток к витку. После



Фиг. 34. Склейка каркаса из бумаги.



Фиг. 35. Склейка каркаса из толстого картона.

намотанных 50 витков сделаем первый отвод. Для этого, не обрывая провода, делаем петлю длиной 120—150 *мм* и скручиваем ее около самого каркаса, как показано на фиг. 32,*б*. Более прочный способ крепления отвода можно сделать путем пропускания петли через два прокола. Затем продолжаем намотку провода в ту же сторону (это имеет большое значение). Следующие отводы делаем от 100-го, 150-го, 200-го витков, т. е. через 50 витков. После 200-го витка отводы делаем через каждые 10 витков: от 210-го витка, 220-го витка, 230-го витка, 240-го витка. Конец катушки — 250-й виток — закрепляем так же, как и начало катушки. Получилась цилиндрическая однослойная катушка с восемью отводами, не считая начала и конца намотки.

Ряд витков между отводами (либо между отводом и началом, либо отводом и концом) называют секцией. В нашей катушке получилось четыре секции по 50 витков и пять секций по 10 витков. Концы отводов, а также начало и конец катушки зачищаются от изоляции примерно на 20—25 *мм*.

Бывает, что во время намотки провод обрывается либо его приходится наращивать, если одного мотка нехватает на всю

катушку. В этом случае концы проводов в месте соединения должны быть хорошо зачищены и скручены, как показано на фиг 36.

Место скрутки желательно пропаять и обязательно хорошо обмотать тонкой пропарафинированной бумагой или изоляционной лентой. Если соединение приходится около отвода, в этом случае лучше не жалеть несколько витков провода и сделать соединение в петле. Допускается применение для намотки различных проводов при условии небольшого расхождения в их диаметрах.



Фиг. 36. Провода для соединения зачищают и скручивают.

По окончании намотки катушки необходимо внимательно просмотреть всю обмотку и, если где-либо обнаружится соединение между витками через попорченную изоляцию, нужно осторожно проложить между ними тонкую бумагу или, раздвинув витки, залить освободившееся между ними место лаком.

Для проведения второго опыта нам нужна будет еще одна катушка с диаметром каркаса 45—50 *мм*. Она должна входить внутрь большой катушки. На нее нужно намотать без промежуточных отводов 60—70 витков такого же провода. Изготовление малой катушки ничем не отличается от изготовления большой.

Когда катушки будут готовы, можно приступить к опытам.

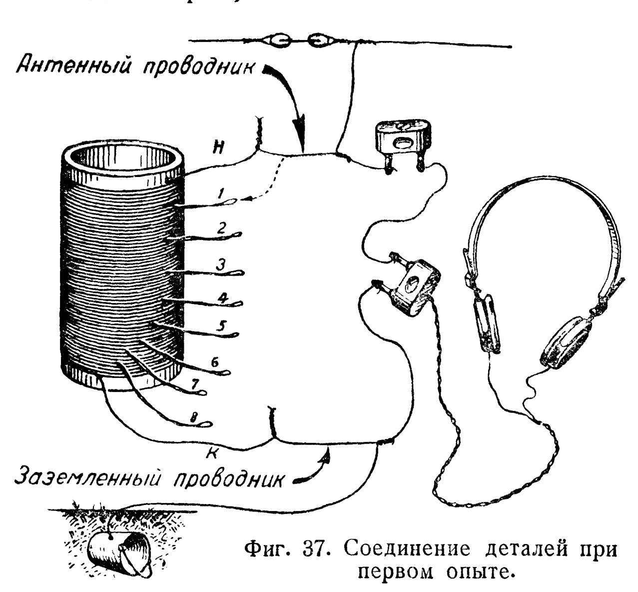
Наши опыты будут успешными в том случае, если все детали будут вполне доброкачественными. Поэтому советуем нашим юным читателям проверить качество телефона и детектора на работающем приемнике у товарища или у знакомых. Опыты лучше всего производить в вечернее время, когда работает большее число радиовещательных станций.

ПЕРВЫЙ ОПЫТ — СБОРКА ЛЕТУЧЕЙ СХЕМЫ

Соединение деталей производим проводниками длиной по 250—300 *мм* в любой изоляции (можно голыми) диаметром 0,4—0,5 *мм*. В местах соединений концы проводов должны быть хорошо зачищены от изоляции и прочно скручены.

Начало катушки *Н* (фиг. 37) соединяем с любой ножкой детектора, а конец катушки *К* — с ножкой телефона Оставшиеся свободными ножки детектора и телефона соединяем между собой. К соединительному проводнику, идущему от

начала катушки к детектору, прочно прикручиваем провод, идущий от антенны, предварительно зачистив от изоляции. Проводник, к которому присоединена антенна, в дальнейшем для краткости будем называть условно антенным проводником. Этот проводник мы в процессе опытов будем пересоединять от одного отвода катушки к другому (не изменяя соединения с антенной и детектором).



Фиг. 37. Соединение деталей при первом опыте.

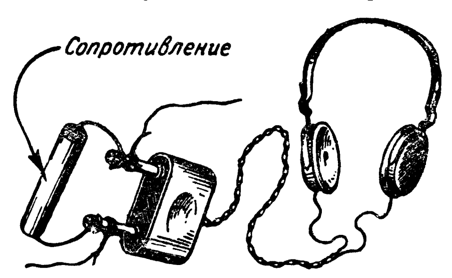
К нижнему проводу, соединяющему нижний конец катушки с телефоном, присоединяем заземление. Назовем этот провод заземленным проводником.

Теперь давайте проследим, что за схема у нас получилась.

От точки *Н* по соединительному проводнику мы попадаем к детектору. От него — к телефону. Далее через телефон, по заземленному проводнику, через все витки катушки — приходим к отправной точке *Н*. Получилась замкнутая электрическая цепь, составленная из деталей и проводников. Если в этой цепи где-либо будет обрыв, плохо зачищенный конец соединительного провода, непрочная скрутка, цепь окажется разорванной и приемник не будет работать. Эту цепь называют **детекторной цепью** или **детекторным контуром**. Заметим еще, что кратчайший путь из антенны в землю

лежит через катушку. По этому пути и пойдут токи высокой частоты, которые возбуждаются в антенне радиоволнами. Электрическую цепь от антенны через катушку в землю называют **антенной цепью** или **антенным контуром**. Обратим внимание на то, что катушка входит как в детекторный, так и в антенный контур.

Наденем теперь телефонные трубки, прижмем их плотнее к ушам и прислушаемся. Возможно, что в первый момент мы ничего не услышим даже при заведомо хороших и проверенных детекторе и телефоне. Это может быть чаще всего по трем причинам: 1) обрыв в цепи приемника или плохое соединение с антенной и заземлением, 2) детектор не установлен на чувствительную точку, 3) приемник не настроен на слышимую в данном районе радиовещательную станцию.



Фиг. 38. Параллельно пьезоэлектрическому телефону присоединяют сопротивление.

Настройка такого приемника производится присоединением антенного и заземленного проводников к разным отводам катушки индуктивности.

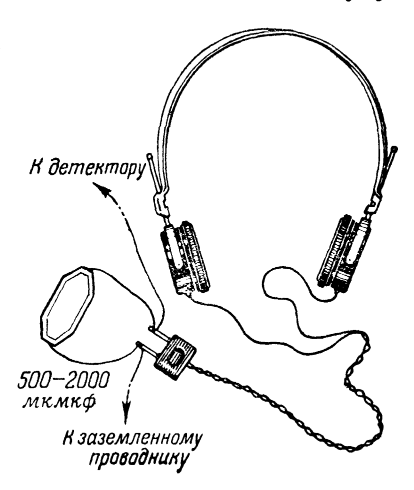
На фиг. 37 включены все 250 витков катушки. Но если антенный проводник отсоединить от начала катушки и присоединить, например, к первому отводу, как показано на фиг. 37 пунктирной линией, то будет включено не 250, а только 200 витков. Если антенный проводник переключить на третий отвод, будет включено только 100 витков. Изменение включенного числа витков катушки можно производить, также меняя место соединения заземленного проводника. Секции катушки, которые не включены, в работе приемника принимать участия не будут.

Комбинируя включение антенного и заземленного проводников, можно включать любое число витков катушки через каждые десять витков. Например, соединив антенный проводник с первым отводом, а заземленный проводник с седьмым отводом, мы включим 180 витков.

Настройка переключением антенного проводника происходит «скачками» по 50 витков. Это так называемая грубая на-

стройка. Более плавная настройка производится скачками по 10 витков переключением заземленного проводника.

Наш приемник можно настроить на радиовещательные станции, работающие на волнах длиной примерно от 300 до 1 900 *м*, т. е. на любую советскую радиовещательную станцию. Но, разумеется, не всякую станцию мы сможем услышать. Отдаленные станции на детекторный приемник слышны не будут.



Фиг. 39. Параллельно электромагнитному телефону присоединяют конденсатор.

Запомните, что чем больше длина волны радиовещательной станции, которую мы желаем слушать, тем большее число витков катушки должно быть включено в приемник.

Настройку нужно сначала производить переключением антенного проводника от начала *Н* катушки до 4-го отвода, т. е. нужно начинать с грубой настройки. Когда мы услышим работу радиостанции, будем подстраиваться на наибольшую громкость приема путем пересоединения заземленного проводника к восьмому отводу, затем к седьмому и т. д., но не выше четвертого. При настройке следите, чтобы не соединялись между собой отводы катушки и соединительные провода, а скрутки были прочными. Иначе в телефоне будут трески, шорохи и даже пропадание приема.

Настроившись на одну станцию, дослушайте передачу до перерыва и узнайте ее наименование и длину волны. Запишите число витков, включенных в цепь, и «ищите» новую станцию таким же способом.

Мы надеемся, что вы добились некоторого успеха. Теперь попробуем улучшить работу радиоприемника.

Не изменяя настройку приемника и не снимая телефон во время работы станции, присоедините параллельно выводам телефона конденсатор, если телефон электромагнитный или сопротивление, если телефон пьезоэлектрический, как это показано на фиг. 38 и 39. При этом громкость приема должна увеличиться и особенно при прослушивании отдаленной, слабо

слышимой станции. Если есть несколько конденсаторов, подберите тот, который дает лучший результат, и оставьте его включенным в приемник.

Конденсатор, включаемый параллельно телефону, называется **блокировочным конденсатором.**

Если все радиовещательные станции расположены далеко от того места, где вы живете, и ваши соседи-радиолюбители говорят, что хорошо слышимых станций нет, советуем блокировочный конденсатор включать в схему в самом начале опытов.

Описанный способ настройки приемника скачкообразным изменением индуктивности катушки очень прост и практически для детекторного приемника достаточно хорош.

Индуктивность катушки можно изменять и другими способами.

ВТОРОЙ ОПЫТ

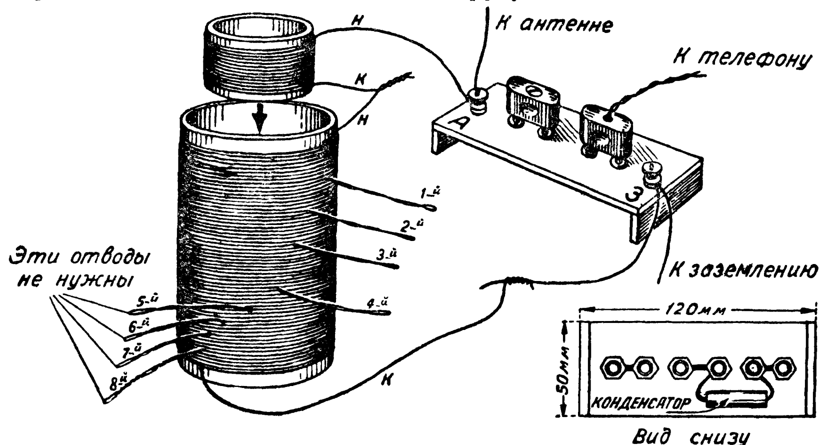
Включим маленькую катушку индуктивности в разрыв между началом большой катушки *Н* и концом антенного проводника (фиг. 40).

Читатель на этом рисунке сразу заметит некоторое конструктивное усовершенствование. Для удобства проведения дальнейших опытов на фанерной дощечке размером 120 × 50 *мм* мы укрепили две пары гнезд для включения телефона и детектора, два зажима для присоединения антенны и заземления и соединили их под дощечкой. В гнезда вставили телефон и детектор, к зажимам присоединили антенну и заземление. К этим же зажимам присоединили переключающие проводники, идущие к катушкам. Все соединения стали прочнее. Работать с приемником будет удобнее.

Настройте приемник на какую-либо радиовещательную станцию присоединением заземленного проводника к одному из отводов катушки. Возможно, что при этом не удастся добиться хорошей громкости. Будем вводить малую катушку внутрь большой. Найдем такое ее положение внутри большой катушки, когда будет наибольшая громкость.

Теперь выведите малую катушку из большой катушки, переверните ее и введите обратно. Слышимость станции станет слабее, а может быть и совсем пропадет. Настройтесь при татаком положении малой катушки на ту же самую радиостанцию переключением заземленного проводника. Наилучшая громкость будет при другом его включении.

Итак, опытным путем мы убедились, что малая катушка оказывает влияние на настройку приемника. При различных ее положениях по отношению к большой катушке получается различная слышимость станции, и кроме того ею можно «перестраиваться» с одной станции на другую.



Фиг. 40. Соединение деталей для второго опыта.

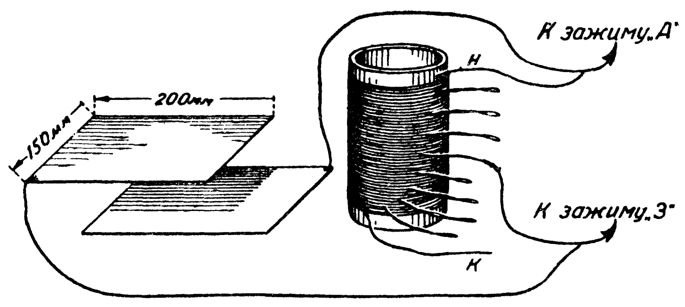
Способ настройки приемника путем изменения взаимного расположения двух катушек широко используют в радиотехнике. На практике чаще всего малая катушка не вынимается из большой катушки, а с помощью специальной ручки вращается внутри ее. Такой прибор, состоящий из двух катушек, называют в а р и о м е т р о м.

ТРЕТИЙ ОПЫТ

В этом опыте малая катушка нам не нужна. Исключим ее из схемы. Антенный проводник соединим с началом *Н* большой катушки. Включим в схему новую деталь, представляющую собой две металлических пластинки размером примерно 150 × 200 *мм*. К краям обеих пластинок прочно присоединим, или лучше припаяем по проводнику длиной 250—300 *мм*. Свободные концы проводников соединим: один с зажимом антенны, а другой — с зажимом заземления (фиг. 41).

Положите пластинки на стол одну около другой и настройте приемник переключением заземленного провода на какую-либо радиостанцию.

Соединять пластинки между собой нельзя, иначе ток высокой частоты из антенны пройдет через это соединение в землю, минуя другие пути, необходимые для работы приемника. Теперь подносите заземленную пластинку к пластинке, соединенной с антенной, и следите за громкостью работы приемника. Если громкость будет увеличиваться, пластинки сближайте больше и даже положите одну на другую, но, чтобы между ними не было соединения, проложите между ними лист сухой бумаги. Если же при сближении пластин громкость будет



Фиг. 41. Третий опыт.

уменьшаться, переключите заземленный проводник на соседний отвод и вновь сближайте пластинки.

Вы убедитесь, что с помощью такого простого приспособления тоже можно настраиваться. А если еще пробовать различные положения включаемых секций катушки и перемещать пластинки по отношению друг к другу, то мы придем к выводу, что таким прибором можно так же, как и вариометром, перестраиваться с одной станции на другую. При этом большинство отводов окажется ненужным.

Это простое приспособление, состоящее из двух не соединяющихся между собой пластинок, называют **переменным конденсатором** или **конденсатором переменной емкости**.

Заметим, что в этом опыте мы настраивались не только одной емкостью, а в сочетании ее с индуктивностью катушки. Производя переключение секций катушки, мы настраивались большими скачками, т. е. грубо, а конденсатором осуществляли плавную настройку приемника. Одну и ту же радиостанцию можно слушать при двух условиях: либо при включении в приемник большой индуктивности и меньшей емкости конденса-

тора, либо, наоборот, при большей емкости конденсатора и меньшей индуктивности катушки.

Запомните: число витков катушки и емкость при настройке приемника находятся в постоянной зависимости друг от друга.

ЕЩЕ НЕСКОЛЬКО ОПЫТОВ

Настройте приемник способом первого опыта на любую радиостанцию и введите внутрь катушки металлическую ложку. Что получилось? Немного изменилась громкость приема в лучшую либо в худшую сторону. Введите еще одну-две ложки. Громкость еще больше изменится. Выньте ложки, и громкость будет прежней.

Попробуйте ввести в катушку более массивный металлический предмет, например клещи. Громкость изменилась больше, чем от ложки. А теперь, не вынимая клещей из катушки, настройтесь переключением витков катушки на лучшую громкость приема этой же станции. Затем медленно вынимайте из катушки этот металлический предмет. Громкость медленно будет изменяться. Опытным путем можно найти такое положение клещей, когда будет наилучшая громкость. Это и есть точная настройка. Нетрудно понять, что металл влияет на настройку. Способ настройки металлом в нашей практике еще встретится, но более совершенный, чем с помощью ложки.

Теперь попробуйте включить только одну малую катушку и настроиться на какую-либо радиовещательную станцию.

Отсоедините от приемника антенну, а в получившийся разрыв включите конденсатор переменной емкости. Изменяйте емкость. Запишите, что при этих опытах получалось.

Наблюдательный читатель, вероятно, заметил, что когда он дотрагивается рукой до деталей или голых проводников работающего приемника, громкость приема немного изменяется. Это явление объясняется расстройкой приемника, вносимой емкостью нашего тела.

Беседа седьмая

СХЕМЫ ДЕТЕКТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

Уже из наших первых опытов можно приблизительно понять, как устроены и работают детекторные приемники. Прежде всего мы узнали, что детекторный радиоприемник — это электрический прибор, состоящий из соединенных между собой деталей, узнали наименования деталей, поняли способы соеди-

нения этих деталей, научились проверять правильность соединений.

Проведенными опытами мы опробовали все основные схемы детекторных приемников. Теперь постараемся научиться изображать наши приемники, так как это принято в радиотехнике.

ЧТО ТАКОЕ СХЕМА?

Мы проводили опыты по рисункам, на которых все детали и соединения показаны так, как они выглядят в натуре. Это очень удобно для начинающих радиолюбителей, пока приходится иметь дело с простейшими приемниками. Если же мы захотим нарисовать таким способом все детали современного многолампового приемника, то получится такая «паутина» проводов, что разобраться в ней будет невозможно.

Чтобы этого избежать, принято изображать любой электроприбор или радиоприбор схематически, т. е. упрощенным чертежом. Существует два вида схем: п р и н ц и п и а л ь н ы е и м о н т а ж н ы е.

Принципиальная схема условно изображает все детали прибора и порядок их соединения между собой. Однако она не дает представления о размерах и размещении деталей, способе их крепления и расположении соединительных проводов. Чем проще начерчена принципиальная схема, тем легче разобраться в ней. Чем меньше в принципиальной схеме второстепенных деталей, тем она понятнее.

Так обстоит не только в радиотехнике и электротехнике. Посмотрите на географическую карту — разве это не схематическое изображение местности? Судоходная, могучая красавица Волга изображена на карте змейкой. Города — Москва, Ленинград, Сталинград и другие — показаны на картах кружками. Горы, моря, леса также изображены на географической карте упрощенно — условно.

Монтажная схема, в отличие от принципиальной, показывает конструктивные особенности аппарата. На ней показано расположение всех деталей и соединительных проводов. Любитель может по монтажной схеме расположить детали в том порядке, который рекомендуется.

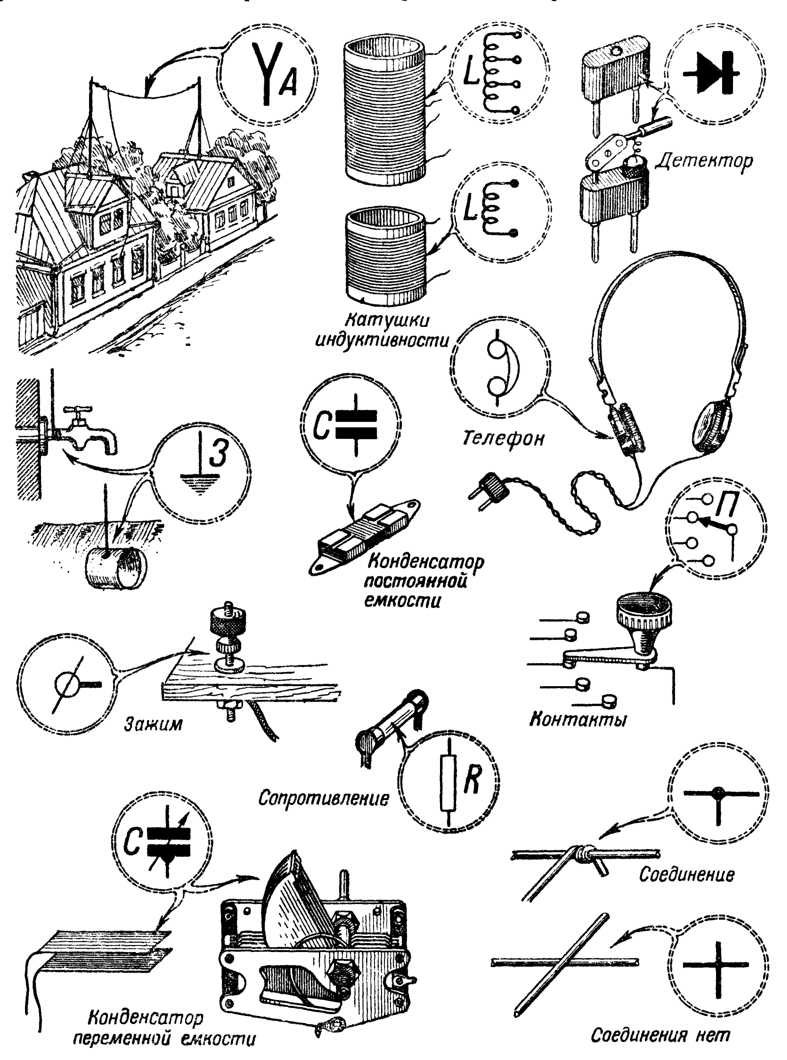
Уметь читать радиосхемы — совершенно обязательное условие для сознательного изучения радиотехники[1].

---

[1] Рекомендуем книжку Г е р а с и м о в а С. М., „Как читать радиосхемы“, Госэнергоиздат, 1948 г., 4-е издание (Массовая радиобиблиотека, вып. 9).

КАК ЧИТАТЬ РАДИОСХЕМЫ

На фиг. 42 изображены все детали и устройства, с которыми нам уже пришлось иметь дело во время опытов, и некоторые детали, с которыми нам придется встретиться в дальней-



Фиг. 42. Схематическое обозначение антенны, заземления и деталей детекторного приемника.

щем. Рядом с ними в кружках показаны их условные — сим волические обозначения.

В дальнейшем, при появлении новой детали, мы будем ее рисовать так, как она выглядит в натуре, а рядом в кружке — ее обозначение. Рядом с деталью, на схеме, обычно ставится присвоенная этой детали буква. Антенну обозначают буквой *А* заземление — буквой *З*; телефон — буквой *Т*; детектор — буквой *Д*; конденсатор — латинской буквой *С*; катушка индуктивности латинской буквой *L* и т. п. Если в схеме имеется несколько одинаковых деталей, то их нумеруют: C_1, C_2, L_1, L_2 и т. п.

Любая катушка индуктивности, независимо от числа ее витков, обозначается на схеме в виде спирали. Отводы катушки показывают черточками. Конденсаторы, независимо от их внешнего вида и емкости, изображают двумя короткими параллельными толстыми линиями. Конденсатор переменной емкости изображается также, но эти две линии пересекают стрелкой. Гнезда для включения детектора и телефона на схемах показываются кружками. Если на схеме показаны два таких кружка, и рядом с ними стоит буква *Т*, это значит, что в эти гнезда включается телефон.

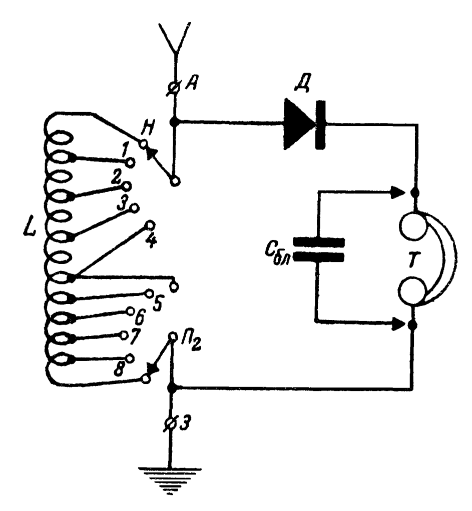
Новой деталью для нашего читателя на фиг. 42 является переключатель. Это приспособление упрощает управление приемником. Значительно удобнее выводы и отводы катушки один раз прочно поджать или припаять к металлическим контактам переключателя, размещенного на панели. Переключение отводов при этом производится простой перестановкой ползунка (язычка) переключателя, а не раскручиванием и скручиванием проводников, как мы делали, проводя опыты.

Зная условные обозначения деталей, мы можем все наши опытные приемники нарисовать схематически.

СХЕМА ПЕРВОГО ОПЫТА

На фиг. 43 показана принципиальная схема нашего первого приемника. Вспомните нашу «прогулку» по схеме и совершите ее еще раз, но уже по принципиальной схеме. От начала катушки через ползунок переключателя $П_1$ к детектору *Д* (этот проводник мы называли антенным). Дальше через детектор к телефону *Т*. Затем через телефон по заземленному проводнику, через переключатель $П_2$ к концу *К* катушки индуктивности *L*, и через все витки этой катушки попадаем к исходной точке *Н*. По схеме легко найти путь и из антенны в землю через катушку.

В принципиальной схеме (фиг. 43) верхний переключатель служит для грубой настройки, а нижний для более плавной настройки. Здесь существует определенный порядок. Нельзя, например, включить заземленный провод на контакт второго отвода. Чтобы переключиться с контакта *Н* на контакт четвертого отвода, нужно пройти через контакты *1*, *2* и *3*.



Фиг. 43. Принципиальная схема первого опыта.

Из принципиальной схемы легко понять, что при конструировании приемника группы контактов переключателя $П_1$ и $П_2$ должны размещаться раздельно. От четвертого вывода идут два соединительных проводника к контактам обоих переключателей. Это вовсе не значит, что нужно разорвать петлю отвода и получившиеся два конца соединить с разными контактами. Если сделать так, то электрическая цепь разорвется и приемник работать не будет. Четвертый отвод должен соединяться одновременно с двумя контактами обоих переключателей. Такое соединение сделано для того, чтобы иметь возможность включать число витков меньше, чем 50. Для этого переключатель $П_1$ устанавливают на контакт *4*.

Блокировочный конденсатор, как видите, включен параллельно телефону.

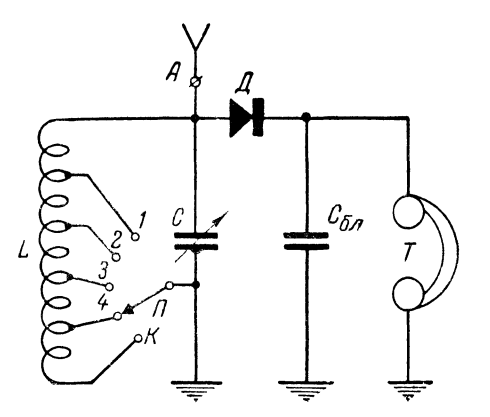
СХЕМА ВТОРОГО ОПЫТА

Принципиальная схема второго опыта показана на фиг. 44. Здесь L_1 — малая катушка, L_2 — большая катушка. Для грубой настройки мы пользовались только заземленным проводником и большинство отводов при этом не было нужно. Так показано и на схеме. Отводы присоединены к одному переключателю. В схеме также существует определенный порядок в переключении: нельзя переключиться с конца катушки L_2 на ее первый отвод, минуя все промежуточные контакты.

Глядя на эту схему и вспоминая наш опыт, можно сказать, что грубая настройка осуществляется переключателем *П*, плавная — изменением положения катушки L_1 по отношению к катушке L_2, и что при положении *П* на контакте *4* нижняя секция катушки не работает. Здесь нет символических обозначений детектора и телефона, но показаны гнезда с буквами, указывающими их назначение.

Это сделано для упрощения самого чертежа.

Фиг. 44. Принципиальная схема второго опыта.



Фиг. 45. Принципиальная схема третьего опыта.

СХЕМА ТРЕТЬЕГО ОПЫТА

Третий опыт внес существенное изменение в схему приемника (фиг. 45). Как видно из этой принципиальной схемы, в приемнике работает одна катушка с отводами. Расположение переключателя осталось таким, как в предыдущей схеме, но отсутствует малая катушка. Вместо нее появился конденсатор переменной емкости, пластины которого соединены с зажимами *А* и *П*.

Из схемы видно, что грубая настройка на нужную длину волны осуществляется переключателем *П*, а плавная — конденсатором *С*.

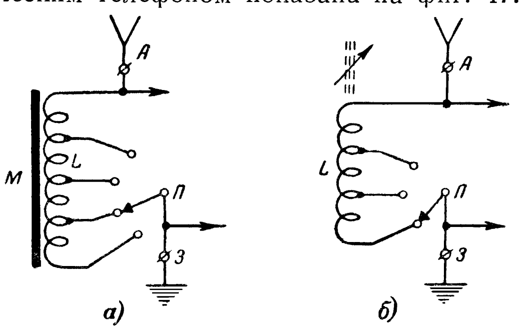
Новым в этой схеме является способ ее изображения — отсутствует заземленный проводник.

Показанные на схеме три заземления говорят о том, что соединительные провода от телефона, блокировочного конденсатора, конденсатора переменной емкости и переключателя должны соединяться с заземленным проводником.

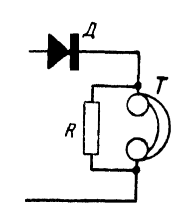
СХЕМЫ ПОСЛЕДНИХ ОПЫТОВ

Если настройка производится немагнитным металлом (листовым цинком, латунью, медью) применяют изображение, показанное на фиг. 46,*а*. Если же настройка осуществляется железной массой, то применяется изображение, показанное на фиг. 46,*б*.

Часть схемы приемника с сопротивлением и пьезоэлектрическим телефоном показана на фиг. 47.



Фиг. 46. Принципиальная схема последнего опыта.



Фиг. 47. Часть принципиальной схемы приемника с пьезоэлектрическим телефоном.

В конце предыдущей беседы мы предлагали нашим читателям заменить большую катушку малой и попробовать настроиться любым известным способом на какую-либо станцию. Очевидно, многие добились успеха. А тем, кто не услышал ни одной станции, мы подскажем сейчас, что нужно сделать. Когда в схему включена только малая катушка, с ее помощью можно настроиться на радиостанции, работающие на волнах примерно от 200 до 500 *м*.

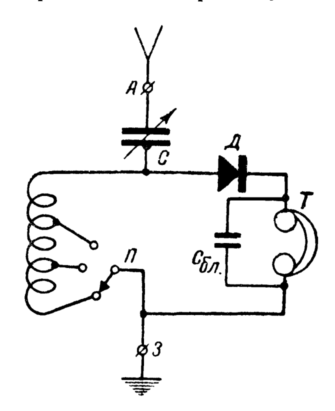
Для этого нужно включить параллельно катушке переменный конденсатор (фиг. 45).

Конденсатор переменной емкости можно включить еще, как показано на фиг. 48. Такой опыт мы тоже рекомендовали проделать.

При желании можно соорудить приемник, настроенный на одну радиостанцию. Это приемник с одной фиксированной настройкой. Он всегда готов к приему той станции, на кото-

рую он настроен. Принципиальная схема такого приемника показана на фиг. 49. В нем число витков катушки и емкости конденсатора постоянные, подобраны раз навсегда и не изменяются.

Итак, мы начертили принципиальные схемы детекторных радиоприемников, работу которых проверили на практике.



Фиг. 48. Схема с последовательным включением переменного конденсатора в антенну.

Фиг. 49. Принципиальная схема приемника с фиксированной настройкой.

Теперь по этим схемам можно собирать приемники уже не на столе, а в ящичках. Но прежде чем перейти к изготовлению приемников, следует разобрать еще один существенный вопрос.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ И НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ЧАСТИ ПРИЕМНИКА

Во время проведения опытов и рассмотрения схем читатель убедился в том, что все эти схемы отличаются друг от друга только своими левыми частями. Правые части схем во всех случаях одинаковы; за исключением добавления блокировочного конденсатора или сопротивления, которые улучшали работу телефона.

Левая часть приемного устройства, в которую входят антенна, заземление, катушка с переключателями, и конденсатор переменной емкости служит для настройки приемника на волну желаемой радиостанции. Через эту часть приемника про-

ходят токи высокой частоты, поэтому ее можно назвать высокочастотной или входной частью приемника.

Правая часть приемного устройства, в которую входит детектор и телефон с блокировочным конденсатором (детекторный контур), дает нам звуковые колебания низкой частоты. Эту часть можно назвать низкочастотной или выходной частью приемника (на фиг. 49 она отделена пунктирной линией).

Соединение катушки с конденсатором высокочастотной части приемника называется колебательным контуром. Колебательный контур является обязательной частью любого радиоприемного устройства.

Читатель вправе задать вопрос: а как же в высокочастотной части приемника первого опыта — конденсатора не было, а приемник работал? Конденсатор был, но мы его не видели. Антенна — это проводник, земля тоже проводник. Совместно они представляют собой конденсатор. Емкость такого конденсатора зависит от длины и высоты подвеса горизонтальной части антенны.

Итак, емкость между антенной и землей в наших опытах, подключаясь к приемникам, вместе с индуктивностью составляла колебательный контур.

На этом мы заканчиваем обзор принципиальных схем детекторных радиоприемников.

Беседа восьмая

САМОДЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРНЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

Можно насчитать очень много разновидностей детекторных радиоприемников, но все они отличаются друг от друга в основном только конструктивным выполнением. Одни приемники делают открытого типа, другие в ящиках — закрытого типа. Делают приемники маленькие и большие.

В этой беседе мы расскажем о конструктивном выполнении простых детекторных приемников, основываясь на знаниях, полученных в предыдущих беседах.

Всякий детекторный радиоприемник нужно рассматривать как электрический аппарат. Следовательно, нам прежде всего нужно позаботиться, чтобы он хорошо действовал как электрический аппарат. Там, где нужно создать хорошие условия для прохождения тока, нужно ставить хорошие проводники. Где тока не должно быть, нужно ставить хорошие изоляторы.

Места соединений проводников нужно хорошо зачищать, прочно скручивать или спаивать, чтобы обеспечить надежный электрический контакт. Если же эти условия соблюдены не будут, то приемник обречен на молчание.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПАНЕЛЕЙ

Панели для радиоприемников делаются из фанеры, текстолита, алюминия и др. материалов. Любительские детекторные приемники обычно собирают на деревянных панелях, вырезанных из фанеры или из хорошо проструганных досок. Значительно реже для панелей используют эбонит, плексиглас и др., так как они сто́ят дороже.

Дерево является изолятором только тогда, когда оно сухое. Как только деревянная панель отсыреет, она становится проводником, а это может привести к ухудшению работы радиоприемника.

Детекторный радиоприемник работает от токов, создающихся в антенне. Энергию этих токов нужно использовать по возможности лучше и не давать им возможности «утекать» на землю, не выполнив определенной работы. Поэтому панель должна быть хорошим изолятором.

От материала панели зависит прочность конструкции. Тонкая панель удобнее при обработке, но она непрочна. Наиболее подходящая толщина панели 5—8 *мм.* Если нет материала требуемой толщины, то панель можно склеить из двух дощечек, вырезанных из более тонкой фанеры. Склеенную панель нужно сушить под грузом, чтобы ее не коробило. Панель также можно сделать из хорошо оструганной, предварительно высушенной доски, толстого картона или прессшпана.

Вырезанную панель нужно тщательно обработать сначала крупной, а потом мелкой наждачной бумагой, натереть с обеих сторон расплавленным парафином или воском и при слабом нагреве дать им впитаться в панель.

Это делают для того, чтобы панель не впитывала в себя влагу. Кроме того, такая обработка делает внешний вид приемника более красивым.

МОНТАЖНЫЙ ПРОВОД

Крепление и соединение между собой деталей называют монтажем, а проводник, с помощью которого соединяют детали, называют монтажным проводом. Для монтажа нужно при-

менять медную проволоку толщиной 0,8—1,5 *мм* в любой изоляции. Такая проволока является хорошим проводником и обладает достаточной прочностью.

Предназначенный для монтажа провод следует предварительно выпрямить. Для этого кусок провода длиной 1,5—2 *м* нужно закрепить в тиски или прикрутить к дверной ручке и сильно потянуть за другой конец, схваченный плоскогубцами. При этом провод немного вытягивается и становится совершенно прямым.

ПОРЯДОК СБОРКИ РАДИОПРИЕМНИКОВ

С первых шагов практической работы радиолюбитель должен приучить себя к определенному порядку в сборке радиоприемников. Прежде всего нужно подобрать или изготовить детали, необходимые для приемника по выбранной схеме.

Когда весь комплект деталей будет налицо, их следует разложить на листе бумаги в рекомендуемом монтажной схемой порядке, уточнить размер будущей панели, а затем изготовить панель. Очень часто размеры имеющихся деталей расходятся с указанными в монтажной схеме. В таких случаях панель можно сделать немного большего или меньшего размера, но порядок размещения деталей на ней рекомендуется сохранить тот, который указан в монтажной схеме. Не следует стремиться к значительному уменьшению конструкции. Малые размеры панели усложняют и запутывают монтаж.

На готовой панели следует еще раз расположить все детали и сделать пометки для всех отверстий; окончательную же разметку нужно делать с линейкой и циркулем. Отверстия для контактов переключателя должны располагаться по окружности, центром будет отверстие оси ползунка переключателя. Гнезда или зажимы для телефона детектора, антенны и заземления располагаются на определенном расстоянии друг от друга и параллельно краям панели.

После разметки надо просверлить все отверстия и тщательно обработать панель. Отверстия должны иметь такой размер, чтобы детали прочно держались в них и не болтались.

На готовую панель в первую очередь крепят все контакты и переключатель; проверяют надежность контакта ползунка переключателя с головками контактных болтиков. Затем укрепляют гнезда, зажимы и в последнюю очередь катушки. После этого можно приступить к соединению деталей между собой.

В местах возможных замыканий между проводниками последние надо изолировать: надевать на них кембриковые чулки, обматывать изоляционной лентой или пропарафинированной бумагой.

Монтаж радиоприемников можно делать по монтажным схемам, но проверку соединений нужно обязательно производить по принципиальной схеме.

ПРОСТОЙ ДЕТЕКТОРНЫЙ ПРИЕМНИК С СЕКЦИОНИРОВАННОЙ КАТУШКОЙ

Все относящееся к изготовлению этого радиоприемника показано на фиг. 50. Его схема хорошо знакома по первому опыту и объяснений не требует. Катушка индуктивности у нас готова, есть контакты, гнезда, зажимы. О конденсаторе C_a, показанном пунктирными линиями, мы скажем немного позже.

Радиоприемник собирают на горизонтальной панели открытого типа размером 120 $\times$ 200 *мм*. Снизу по ее краям прибивают брусочки высотой по 20—25 *мм*, служащие подставками.

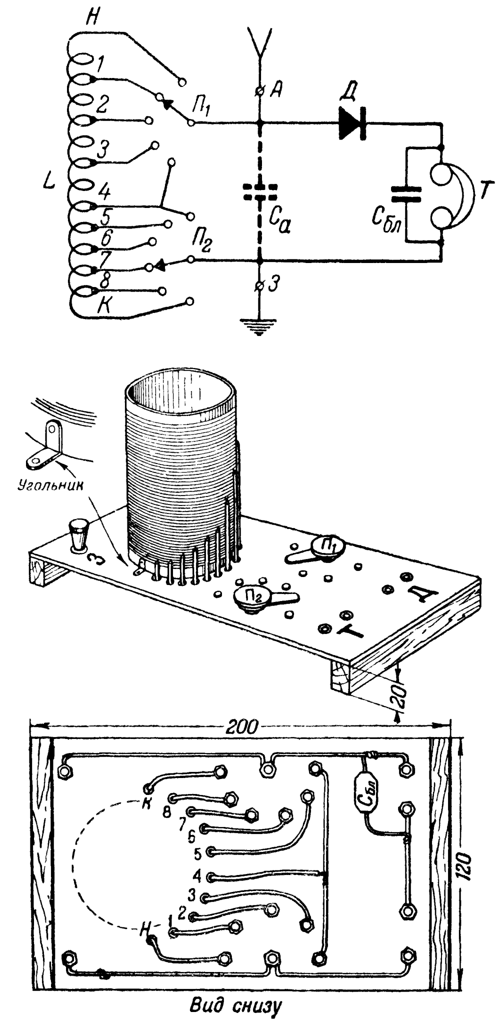
Сверху панели находятся переключатели с контактами, гнезда, зажимы и катушка. Соединение деталей делают под панелью.

Катушка крепится к панели с помощью двух или трех металлических угольников. Из железа, меди или другого металла толщиной 0,5—0,8 *мм* вырезают полоски длиной 16—18 и шириной 7—8 *мм*, просверливают в них два отверстия и изгибают плоскогубцами в виде угольников. Через одно отверстие угольники укрепляют к нижней части каркаса с помощью болтиков или заклепок, через второе отверстие в угольнике катушка крепится к панели. Отводы, а также начало и конец катушки пропускают через отверстия и зачищенными концами поджимаются под гайки контактов. При этом нужно следить, чтобы отводы не рвались и не соединялись между собой. Зажим *А*, ползунок переключателя $П_1$ и одно гнездо детектора соединены между собой под панелью одним проводником; точно так же одним проводником соединены зажим *З*, ползунок $П_2$ и одно гнездо телефона. Оставшиеся свободными гнезда детектора и телефона соединяют между собой. Чтобы не спутать гнезда, зажимы и переключатели снабжаем их надписями.

Емкость конденсатора $C_{бл}$ —500—2 000 *мкмкф* (для электромагнитного телефона). Если используют пьезоэлектрические

трубки, то вместо конденсатора следует вмонтировать сопротивление величиной в 30—100 тыс. *ом.*

Приемник готов. Проверив правильность всех соединений по принципиальной схеме, включаем детектор и телефон, присоединяем антенну и заземление и приступаем к испытанию.



Фиг. 50. Детекторный радиоприемник с секционированной катушкой.

Если поставить приемник так, чтобы на него смотреть со стороны телефона и детектора, с правой стороны окажется переключатель грубой настройки $П_1$ и детектор, а слева—переключатель более точной настройки $П_2$ и телефон.

За катушкой справа будет зажим *А* и слева зажим *З*. При этом, чем дальше от нас будут находиться ползунки переключателей, тем длиннее волна принимаемой радиостанции. Порядок настройки нашему читателю уже знаком по предыдущей беседе.

О емкости C_a. Как известно нашему читателю, емкость антенны составляет вместе с катушкой индуктивности приемника колебательный контур. Мы знаем, что чем больше число витков катушки и чем больше емкость колебательного контура, тем на большую длину волны может быть он настроен. В нашем приемнике наи-

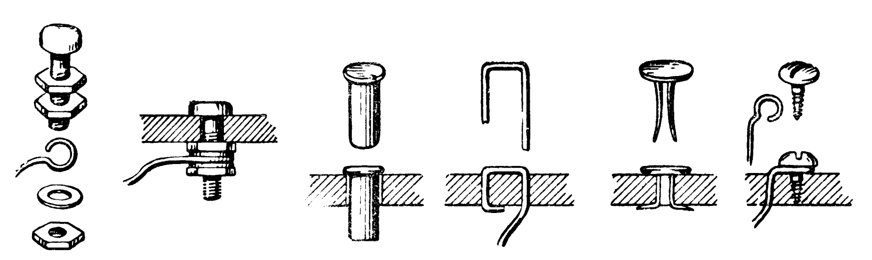
большая индуктивность получается при включении всех 250 витков катушки, а емкость антенны определяется длиной и высотой подвеса ее горизонтальной части.

Конструкция этого приемника рассчитана на прием радиовещательных передающих станций, работающих примерно на волнах от 300 до 1 900 *м*. Однако по ряду причин емкость и индуктивность могут оказаться меньше предполагаемых (например: антенна короче, и ниже подвешена; диаметр каркаса катушки — меньше). В этом случае некоторые длинноволновые станции, работающие на волнах, близких к 2 000 *м*, будут слабо слышны даже при полностью включенной катушке. Это значит, что для точной настройки в колебательном контуре мала емкость, или индуктивность.

Что же увеличить? В данном случае нам легче увеличить емкость, чем доматывать катушку. Поэтому между зажимами *А* и *З* (или между переключателями) надо включить конденсатор. Емкость его лучше подобрать опытным путем. Она может быть в пределах от 100 до 500 *мкмкф*.

МЕЛКИЕ ДЕТАЛИ

В практике начинающего радиолюбителя очень часто ощущается недостаток в мелких деталях, очень нужных в работе. Конечно, удобнее монтировать детекторный приемник, исполь-



Фиг. 51. Готовый контакт для ползункового переключателя.

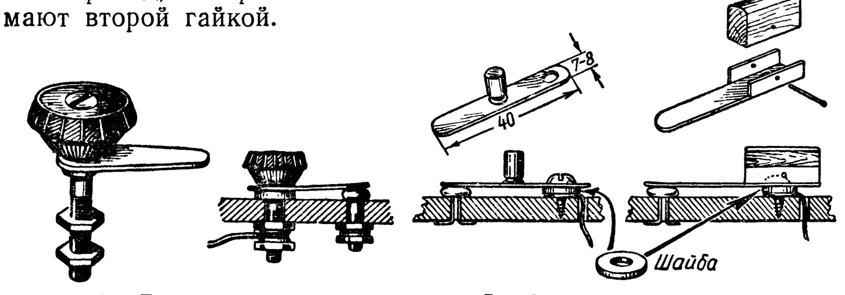
Фиг. 52. Самодельные контакты для ползункового переключателя.

зуя готовые зажимы, переключатели, гнезда и т. п. Если их нет, придется делать их самому из имеющегося под руками материала.

Начнем с контактов для ползунковых переключателей.

На фиг. 51 показан готовый контакт и его крепление на панели. Он представляет собой болтик, имеющий широкую

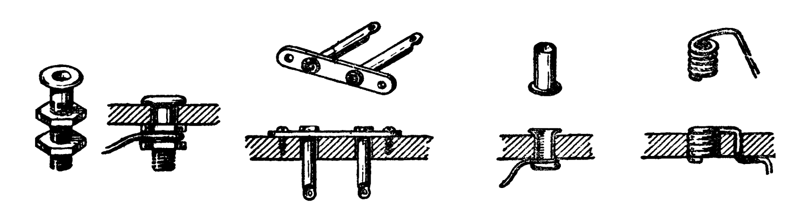
и гладкую шляпку, к которой плотно прижимается язычок ползунка переключателя. При монтаже контакт пропускается через отверстие панели и снизу зажимается гайкой. На выступающую часть контакта надевают согнутый в петлю монтажный провод, который зажимают второй гайкой.



Фиг. 53. Готовый ползунковый переключатель.

Фиг. 54. Самодельные ползунковые переключатели.

Самодельные контакты показаны на фиг. 52. Среди них большинство знакомых читателю предметов: стреляная гильза от малокалиберной винтовки, голая медная проволока диаметром 2—3 *мм*, согнутая и пропущенная через отверстия в панели, канцелярская скрепка, шуруп с полукруглой шляпкой. Важно, чтобы выступающая над панелью головка контакта была очищена от грязи и ржавчины.

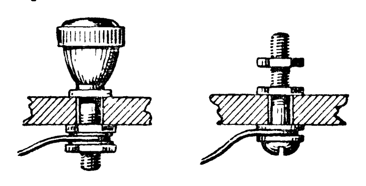


Фиг. 55. Гнездо и его заменители.

На фиг. 53 показано устройство и крепление готового ползункового переключателя. Ползунок можно сделать из латуни или меди толщиной 0,5—0,7 и длиной около 40 *мм* (фиг. 54). Чтобы ползунок плотно прижимался к головкам контактов, он должен пружинить, а для этого полоску, предназначенную для ползунка, нужно отгортовать (отковать молотком). Кончик ползунка немного изгибают, чтобы он переходил с контакта на контакт без заеданий. Во избежание влияния на

настройку прикосновения руки, к ползунку переключателя приделывают деревянную ручку.

Контактные гнезда (фиг. 55) можно взять готовые или сделать их из гильз от малокалиберной винтовки. Гильза в отверстие на панели забивается молотком. Выступающую часть гильзы развальцовывают, т. е. разводят ее края с помощью керна или другого конусообразного предмета. Гнезда часто делают из кусков жести, свернутых в трубочки с внутренним диаметром 4 *мм*. Можно также изготовить самодельные гнезда из очищенной от изоляции проволоки диаметром не меньше 0,7 *мм*, как показано на той же фиг. 55. Для этого из проволоки заготовляют ряд трубочек, наматывая проволоку на ножки детектора. Сделанные таким способом гнезда должны туго входить в отверстие на панели.



Фиг. 56. Зажим и его замена.

Зажимы можно заменить болтиками с гайками (фиг. 56) либо использовать для этой цели гнезда, в которые будут вставляться провода, идущие от антенны и заземления, снабженные штепсельными ножками.

РАДИОПРИЕМНИК С ВАРИОМЕТРОМ

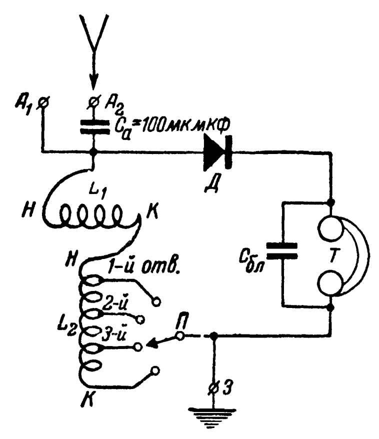
Принципиальная схема такого радиоприемника (фиг. 57) не имеет существенных отличий от схемы, испытанной нами в третьем опыте. Здесь грубая настройка производится переключением отводов катушки L_2, а плавная—изменением положения катушки L_1 по отношению к катушке L_2. Сочетание катушек L_1 и L_2 образуют вариометр. При повороте подвижной катушки вариометра L_1 на половину окружности (180°) настройка приемника плавно изменяется.

Новым для нашего читателя в этой схеме является способ включения, вернее, переключения антенны. Для включения антенны радиоприемник имеет два гнезда A_1 и A_2. При включении антенны в гнездо A_1 она присоединяется непосредственно к вариометру, а при включении в гнездо A_2 — через конденсатор постоянной емкости в 100 *мкмкф*.

Более подробно о роли конденсатора говорится в следующих беседах, а сейчас ограничимся указанием, что такое применение конденсатора увеличивает избирательность приемника, т. е. улучшает отстройку от мешающих радиостанций.

Изготовление вариометра. Вариометр — это основная и самая трудоемкая часть данного радиоприемника. Разберем его устройство. Он состоит из двух каркасов разного диаметра, на которые намотана проволока (фиг. 58). Малая катушка, скрепленная с осью, находится внутри большой. Отверстия в большом каркасе являются подшипниками оси. Вращая ось, мы поворачиваем малую катушку внутри большой катушки.

Неподвижная — большая катушка — называется статором вариометра, а вращающаяся — малая катушка — ротором. Ротор скреплен с осью клеем и сидит на ней неподвижно. Ось вместе с роторной катушкой удерживают в нужном положении шпонки (булавки либо тонкие гвоздики), пропущенные через ось с внешних сторон вариометра. Чтобы при вращении оси шпонки не портили изоляцию провода и каркас, под них подложены картонные шайбы. Очень важно, чтобы роторная катушка при ее вращении не задевала каркаса статора.



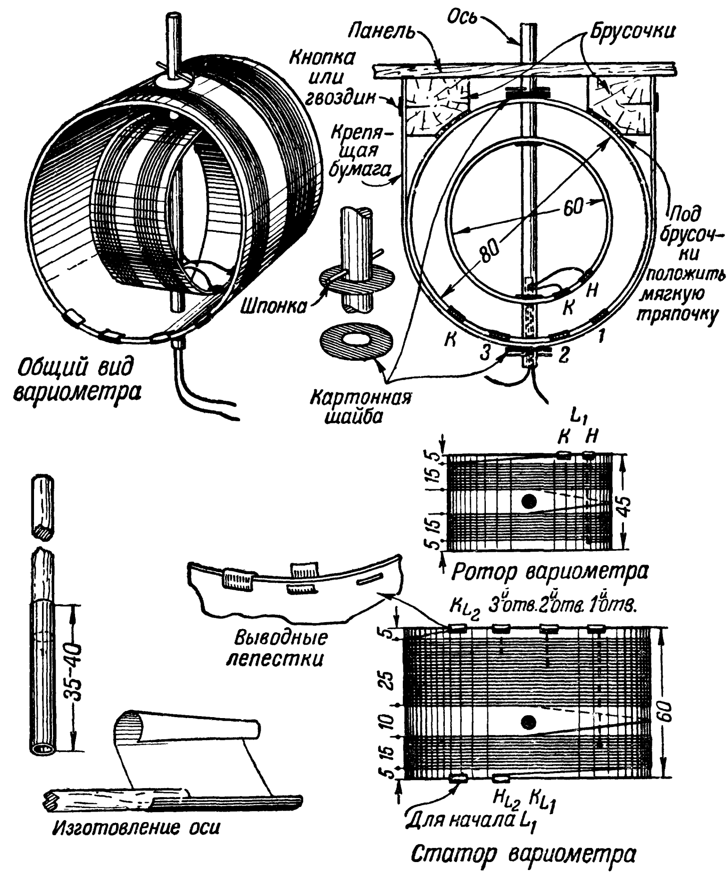
Фиг. 57. Принципиальная схема радиоприемника с вариометром.

Рекомендуем сначала склеить и обработать каркасы без намотки, проделать в них отверстия по диаметру оси, собрать каркасы в единую конструкцию и отрегулировать вариометр. Для намотки катушек вариометр следует разобрать.

Ось вариометра деревянная, диаметром 5—7 *мм* и длиной 125—130 *мм*. Для ее изготовления удобно использовать ученическую деревянную ручку или круглый карандаш. В одном конце оси нужно сделать внутреннее продольное отверстие на глубину 35—40 *мм*, служащее для пропускания через него выводов роторной катушки. Если нет возможности высверлить такое отверстие, то на конец оси можно наклеить трубочку из нескольких слоев бумаги, как показано на фиг. 58 (внизу слева). Для этого вырезают полоску бумаги шириной 35—40 *мм* и длиной 90—100 *мм*, смазывают ее клеем и плотно наматывают на конец оси. После полного высыхания проделывают боковое отверстие для пропускания выводов. Полу-

чится нужная нам ось с прочным продольным отверстием на конце.

Отверстия в каркасах для оси должны быть такими, чтобы ось туго в них входила. Это необходимо для того, чтобы ось,



Фиг. 58. Изготовление вариометра.

а вместе с ней роторная катушка не болталась и удерживалась за счет трения в любом положении. Для уменьшения трения отверстия статорной катушки можно натереть воском или парафином.

Все выводы и отводы катушек пропускаются через проколы внутрь катушек и припаиваются к укрепленным по краям

каркасов выводным лепесткам. Последние представляют собой полоски из жести или тонкой латуни шириной 4—5 *мм* и длиной 8—10 *мм*. Укрепляют их через прорезы, как показано на фиг. 58.

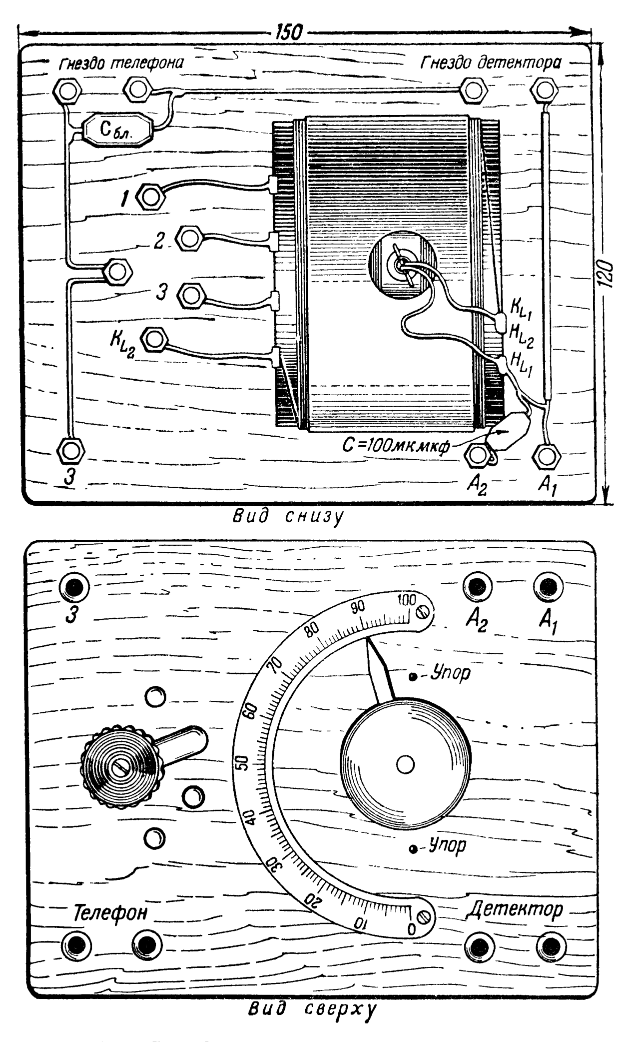
Для намотки обеих катушек пригодна проволока в эмалевой, бумажной или шелковой изоляции диаметром 0,3—0,4 *мм*. Намотка однослойная, виток к витку. Если проволока окажется большего диаметра, чем указано, размер статорной катушки нужно несколько увеличить. На каркас роторной катушки L_1 наматывается 70—75 витков. Сначала наматывают 35—38 витков, затем, не обрывая провода, переносят его на другую часть каркаса и мотают в ту же сторону оставшиеся витки. Чтобы витки не сползали, их можно приклеить к каркасу лаком, каплями расплавленного сургуча или канифоли. Статорная катушка L_2 содержит 125—130 витков и имеет 3 отвода. Первый отвод делают от 50-го витка, второй отвод от 75-го витка, третий — от 100-го витка. Последний виток является концом катушки. Переход с малой части на большую часть катушки делается приблизительно после 45—47-го витка. Обе катушки должны быть намотаны в одну сторону.

Намотанные катушки нужно собрать, еще раз проверить плавность вращения малой катушки, надеть на ось шайбы и вставить шпонки. Роторная катушка прочно приклеивается к оси клеем или заливается расплавленным сургучом.

Теперь нужно вывести начало и конец роторной катушки через трубчатую часть оси наружу вариометра. Выводы делают гибким многожильным проводом в шелковой или бумажной изоляции. Обычный медный провод для этой цели непригоден. От перегибания во время вращения катушки он быстро переламывается. В результате получается обрыв или соединение концов катушки.

Длина выводных проводников должна быть такой, чтобы внутри и снаружи вариометра получились небольшие петли. Выведенные концы катушки L_1 после укрепления вариометра на панели припаиваются: один к свободному лепестку на каркасе статорной катушки рядом с началом L_2; другой — к лепестку начала L_2.

Сборка приемника. Приемник монтируется на панели, являющейся одновременно крышкой ящика. Снаружи приемника находятся все ручки управления, гнезда для включения детектора, телефона, антенны и заземления. Вариометр, блокировочный и антенный конденсаторы и весь монтаж находятся под панелью, т. е. внутри ящичка (фиг. 59). Вариометр крепится



Фиг. 59. Монтажная схема приемника с вариометром.

в последнюю очередь на приклеенные или прибитые к панели брусочки с помощью полоски тонкого картона шириной 65—70 *мм*. Полоска приклеивается одним концом к одному из этих брусочков, перекидывается через катушку статора и прикрепляется ко второму брусочку при помощи двух чертежных кно-

пок или мелких гвоздиков. Разумеется, что в полоске предварительно нужно вырезать отверстие для оси.

Во избежание порчи изоляции провода катушки L_2 на брусочки подкладывают мягкую материю (бумазею, байку). На ось вариометра укрепляется ручка со стрелкой-указателем настройки. Под стрелкой наклеивается шкала с делениями от 0 до 100.

В течение первых дней работы приемника можно определить, какие радиостанции он принимает, и запомнить положение переключателя и ручки вариометра для каждой передающей станции. При последующих настройках уже не придется производить «поисков» станций, так как для этого достаточно установить ручки управления в нужное положение и слушать желаемую передачу.

В описываемом радиоприемнике используется самодельная ручка, сделанная из 10 *мм* фанеры. Стрелка вырезана из кусочка жести. Сначала нужно выпилить лобзиком или вырубить стамеской кружок диаметром 30—40 *мм*, обработать его наждачной бумагой, просверлить в нем отверстие по диаметру оси вариометра и прибить к нему стрелку. Готовая ручка со стрелкой насаживается на ось вариометра. Шкалу настройки можно вычертить самому или использовать для нее готовый транспортир.

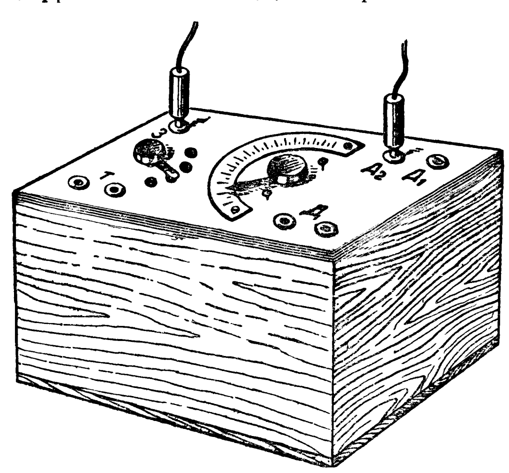
Прежде чем крепить ручку на ось вариометра, вращающуюся катушку L_1 нужно поставить в такое положение, когда витки обеих катушек будут в одной плоскости и обращены своими начальными выводами в одну сторону (началом катушки L_1 нужно считать вывод, соединенный с антенной). Теперь отверстие ручки нужно смазать клеем и насадить ее на ось. Стрелка должна указывать на цифру 100 шкалы. После засыхания клея ручку покрывают лаком или красят.

По бокам шкалы вбиваются маленькие гвоздики — упоры, ограничивающие вращение оси вариометра. Вращение катушки больше чем на половину оборота излишне, и, кроме того, выводы катушки от этого могут перекрутиться и оборваться.

На фиг. 60 показан радиоприемник в законченном виде.

Настройка радиоприемника. Чтобы определить, какие радиостанции может принимать радиоприемник и какое при этом будет положение ручек настройки, нужно прослушать внимательно весь диапазон волн, который перекрывает радиоприемник. Начать нужно или с самых длинных волн, или, наоборот, с самых коротких. Допустим, что начинаем с самых длинных.

Для этого ручку вариометра следует поставить так, чтобы ее стрелка указывала на цифру 100, переключатель поставить на контакт *К* (конец L_2) и антенну включить в гнездо A_1. Вращая ручку вариометра в сторону уменьшения цифр шкалы, прослушиваем работу приемника. Затем переключатель устанавливается на следующий контакт *3*, ручка вариометра переводится на деление 100 и снова плавно вращается в сторону убывания цифр шкалы до 0. Далее проделываем то же самое при положении переключателя на контактах *2* и *1*. Положение переключателя на контакте *1*, а вариометра на *0* соответствует наименьшей длине волны, которую может принимать радиоприемник (примерно 300 *м*). В том же порядке производится настройка и при включении антенны в гнездо A_2.



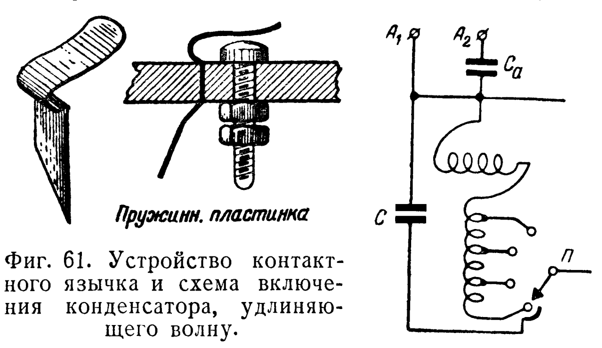
Фиг. 60. Общий вид радиоприемника.

Если радиоприемник не будет принимать самую длинноволновую радиостанцию, которая слышна в данном районе, при положении переключателя на контакте *К* параллельно вариометру нужно включить конденсатор емкостью в 150—300 *мкмкф*.

Включение этого конденсатора показано на фиг. 61. Рядом с контактом в пропиленную в панели щель вставляется согнутый из полоски жести контактный язычок. Он располагается над контактом, не касаясь его, с таким расчетом, чтобы ползунок переключателя, прижимаясь к головке контакта, одновременно касался бы и язычка. Если это не удается с первого раза, надо больше подогнуть язычок. К хвостику язычка припаивают конденсатор, соединяющийся другим выводом с антенным проводником. Таким образом, дополнительный конденсатор, удлиняющий волну принимаемой станции, включен только в положении переключателя на контакте; в остальных же положениях он в работе приемника участия не принимает.

Упрощенная конструкция вариометра. Устройство вариометра можно значительно упростить (фиг. 62).

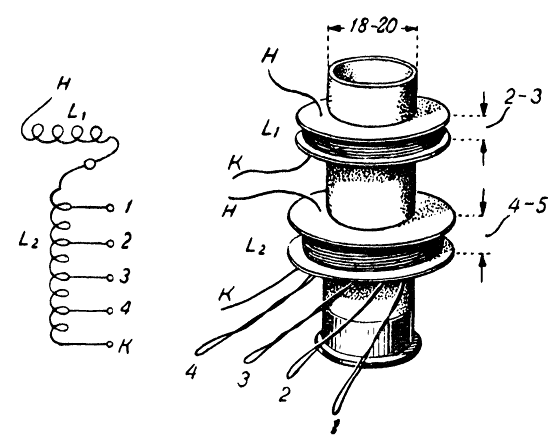
Обе катушки наматываются на отдельных картонных шпульках и располагаются на одном общем каркасе, в каче-



Фиг. 61. Устройство контактного язычка и схема включения конденсатора, удлиняющего волну.

стве какового служит картонная гильза диаметром 18—20 *мм* от охотничьего ружья.

На шпульку катушки L_1 намотано «внавал» (без соблюдения порядка укладки витков) 50—60 витков проволоки диа-



Фиг. 62. Упрощенный вариометр.

метром 0,2—0,3 *мм* в любой изоляции. На шпульку катушки L_2 намотано тем же проводом внавал 200—230 витков с отводами через каждые 40—50 витков. Отводы делаются в виде петель длиной по 50—60 *мм*. Катушка L_2 сидит на гильзе не-

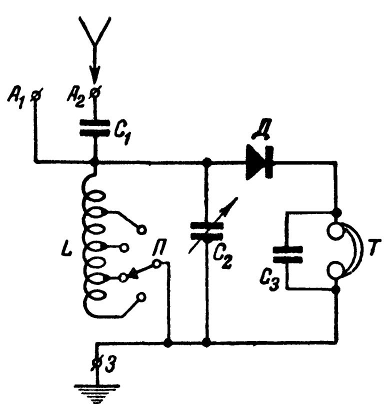
подвижно, а катушка L_1 перемещается по гильзе. Конец L_1 соединяется с началом L_2.

Переключением секций катушки L_2 и изменением положения L_1 по отношению к L_2 можно настраивать радиоприемник. С таким вариометром можно сделать небольшой, очень простой приемник,— правда, не совсем удобный при плавной настройке. Этот вариометр удобно использовать для приемника с фиксированной настройкой. Один раз настроившись на хорошо слышимую радиовещательную станцию, закрепляем катушку L_1 и отводы катушки L_2.

Остальная часть схемы остается такой же, как и в предыдущем приемнике (фиг. 57).

РАДИОПРИЕМНИК С КОНДЕНСАТОРОМ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

В этом радиоприемнике (фиг. 63) грубая настройка осуществляется переключением отводов катушки индуктивности L, а плавная — изменением емкости конденсатора C_2. При включении антенны в гнездо A_2 принимаемая волна будет несколько короче, чем при включении ее в гнездо A_1. В этом случае одновременно улучшается избирательность приемника.



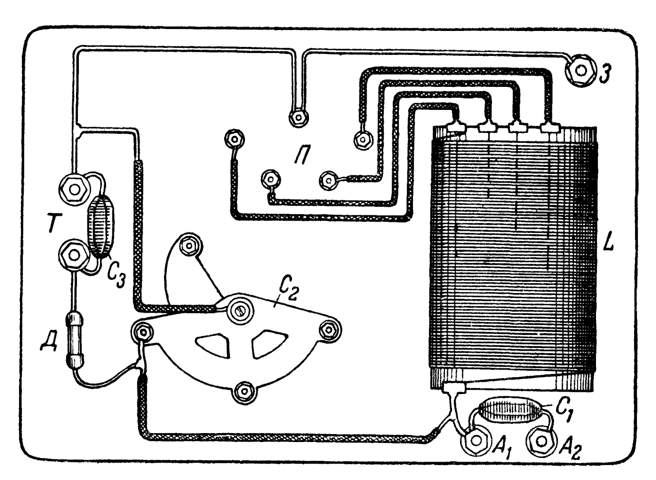
Фиг. 63. Принципиальная схема радиоприемника с конденсатором переменной емкости.

В радиоприемнике применяются следующие детали: C_1 — 60—80 *мкмкф*, C_2 — конденсатор переменной емкости, имеющий наибольшую емкость 500—600 *мкмкф*, C_3—500—2 000 *мкмкф*.

Катушка L цилиндрическая, однослойная. Диаметр ее каркаса около 60 *мм*. На каркас нужно намотать 180—200 витков с отводами от 40, 80 и 120 витков. Для намотки можно использовать провод в любой изоляции диаметром 0,3—0,5 *мм*.

Если для приемника будет использован переменный конденсатор, наибольшая емкость которого не будет превышать 350—400 *мкмкф*, отводы нужно делать чаще, примерно через 30 витков.

В случае, если не будут слышны наиболее длинноволновые станции, следует увеличить число витков катушки на 25—30. Если доматываемые витки не укладываются на каркасе в один слой, то они располагаются сверх последней секции (вторым слоем) на бумажную прокладку. Можно также использовать включение дополнительной емкости, как это было сделано в приемнике с вариометром.



Фиг. 64. Монтажная схема приемника с конденсатором переменной емкости.

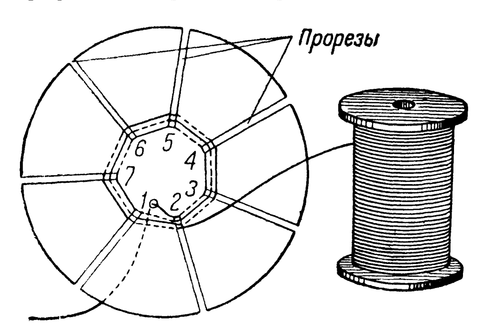
Для данной конструкции может быть также взята наша первая катушка с отводами. Ее неиспользуемые отводы следует изолировать и оставить свободными.

В этом приемнике можно применить вместо заводского переменного конденсатора самодельный, из двух пластин. Одна пластина конденсатора укрепляется неподвижно, а другая в пазах перемещается над первой, подобно тому как движется заслонка кассеты для пластиночного фотоаппарата. Разумеется, что пластины не должны между собой соединяться, но находиться друг к другу возможно ближе.

Конструкция радиоприемника может быть выбрана любая. В качестве образца на фиг. 64 показываем монтаж приемника с готовым конденсатором переменной емкости. Его верхняя — лицевая часть мало чем отличается от предыдущего приемника. В приемнике используется «цвитектор» — детектор с постоянной чувствительной точкой.

РАДИОПРИЕМНИК С НАСТРОЙКОЙ МЕТАЛЛОМ

От предыдущих конструкций он отличается устройством катушки. Его катушка наматывается на плоском основании, вырезанном из тонкой 1,5—2-*мм* фанеры или толстого картона (фиг. 65). Основание изготовляется следующим образом. На фанере или картоне проводят две окружности радиусом в 20 и 60 *мм* и помечают прорезы, идущие от меньшей к большей окружностям. Прорезов должно быть обязательно нечетное число (5, 7, 9 и т. д.); ширина их по 2—3 *мм*. Располагаются прорези на равном расстоянии друг от друга. Это легко сделать с помощью транспортира. Когда основание вырезано, его обрабатывают наждачной бумагой и приступают к намотке катушки.



Фиг. 65. Изготовление катушки корзинчатого типа.

Для намотки катушки используют проволоку в бумажной или шелковой изоляции диаметром 0,2—0,25 *мм*.

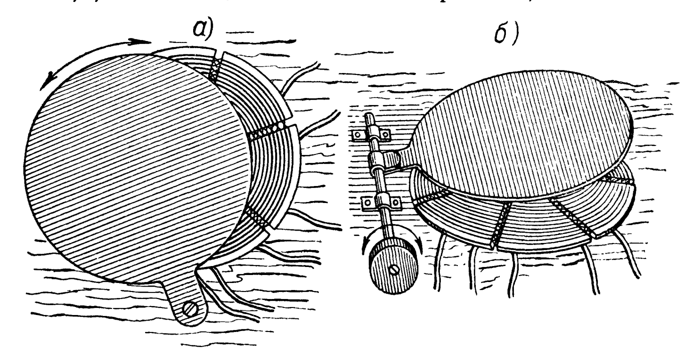
Начало катушки укрепляют через проделанный шилом прокол около прореза *1*. Проволоку через прорез *2* пропускают вниз, затем через прорез *3* вверх, потом через прорез *4* вниз, через прорез *5*, и т. д. Когда проволока дойдет до первого прореза, получится один виток. Таких витков нужно уложить около двухсот, с отводами через каждые 35—40 витков.

Укладывать проволоку нужно плотно виток к витку и прижимать к поверхности основания. Иначе не уложится нужное число витков.

Последний виток закрепляют через прокол, так же как и начало катушки. Получается плоская катушка, напоминающая плетение дна корзины, поэтому ее называют катушкой корзинчатого типа.

Если применяется проводка в эмалевой изоляции, то намотку нужно производить особенно аккуратно, так как при пропускании через прорезы эмаль может повредиться, а витки замкнуться. В случае применения более толстой проволоки надо увеличить размер катушки.

Для осуществления плавной настройки изготовляют из алюминия, меди или цинка диск толщиной 1—1,5 *мм* по размеру катушки. Диск может смещаться над катушкой, как показано на фиг. 66,*а*, или отходить от нее по фиг. 66,*б*.



Фиг. 66. Способы настройки приемника металлом.

Изменением положения диска относительно катушки достигается плавное изменение настройки. Чем ближе к катушке будет находиться диск или чем больше он будет перекрывать катушку, тем значительнее будет изменение настройки при каждом положении переключателя.

УСТАНОВКА РАДИОПРИЕМНИКА

Чтобы пользоваться готовым приемником, нужно только присоединить к нему антенну и заземление. Для этого конец проволоки, идущий от антенны, зажимают под зажим *А*, а провод заземления — под зажим *З* приемника. Вот и вся «установка», необходимая для того, чтобы приемник заработал. Для удобства пользования приемником его лучше всего ставить либо на особом столике, либо на полочке, прибитой к стенке. На этой же стене надо прибить гвоздь, на который будут вешаться телефонные трубки после окончания приема.

Не следует ставить приемник на подоконнике и вообще в сыром месте. Приемник следует устанавливать возможно ближе к грозопереключателю.

УПРАВЛЕНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОМ

Присоединяем к радиоприемнику антенну и заземление. Вставляем на свои места детектор и телефон. Надеваем телефон на уши.

Мы знаем, что наш приемник может принимать радиостанции, работающие на волнах примерно от 300 до 1 900 метров. Каждая радиостанция будет слышна при различных положениях ручек управления.

Посмотрим, как работает наш приемник. Для этого внимательно прослушаем весь диапазон радиоволн, который он перекрывает.

Первые испытания приемника лучше всего делать вечером, после наступления темноты, когда работает большинство радиостанций и условия для приема отдельных станций лучше, чем днем. Когда настроимся на одну радиостанцию, нужно дослушать передачу до перерыва, узнать, какая станция работает, и записать положение ручек настройки. Обычно диктор радиостанции в перерывах сообщает наименование работающей радиовещательной станции и ее длину волны.

После этого, продолжая прослушивать диапазон, настраиваемся на другую станцию и тоже узнаем ее данные.

В результате мы будем знать, на что «способен» приемник, и иметь представление о том положении ручек управления, которое должно быть при повторных настройках на желательные станции.

Мы уже упоминали, что в различное время года и даже дня условия прохождения радиоволн различно. Поэтому прослушивание радиодиапазона нужно повторять несколько раз и желательно в разное время. В течение нескольких «прогулок по эфиру», при некоторой усидчивости и внимании, можно быстро освоиться с приемником, выявить его качества и свободно управлять им.

НЕИСПРАВНОСТИ РАДИОПРИЕМНИКА

Хотя детекторный приемник прост, но и он иногда может отказать в работе.

Если радиоприемник прекратил работу, нужно прежде всего осмотреть, нет ли внешних повреждений в катушке, не разъединились ли проводники, хорошо ли присоединены антенна и заземление, в порядке ли грозопереключатель. Если внешних повреждений не обнаружено, следует проверить целость антенны и заземления и их вводов, посмотреть, нет ли утечки тока из антенны в землю помимо приемника. Затем проверить детали приемника.

Посмотрите на схему вашего приемника и дайте себе ответ хотя бы на такие вопросы.

Что будет, если блокировочный конденсатор окажется пробит (его пластины соединены между собой внутри)?

Что произойдет, если проводники, идущие к телефону, соединятся между собой?

Будет ли работать приемник, если случайно соединятся начало и конец катушки?

Что произойдет, если оборвана катушка?

Задайте себе еще ряд подобных вопросов, и вам легче будет искать неполадки.

Нарушение электрических соединений может произойти в переключателях из-за отвертывания гаек во время настройки, разбалтывания контактных болтиков, если плохо зачищена изоляция в местах соединений. При этом прием идет прерывисто, со значительным треском. В таких случаях прежде всего нужно проверить все соединения, подтянуть гайки, подрегулировать ползунки переключателей.

Обрывы проводников в приемнике с вариометром чаще всего бывают в тех местах, где выводятся концы от роторной катушки. Такой обрыв обнаружить трудно, так как он остается скрытым изоляцией.

Нарушение соединений может быть и внутри катушки, если она намотана не из целого провода, а места соединений не пропаяны. Такие случаи особенно часто бывают, если приемник долгое время находится в сыром месте. От сырости соединение окисляется, нарушается электрический контакт.

Из-за повреждения антенны и заземления детекторный радиоприемник также будет бездействовать.

Наименьшее число причин, нарушающих нормальное действие, будет в том приемнике, монтаж которого выполнен аккуратно, а места соединений пропаяны.

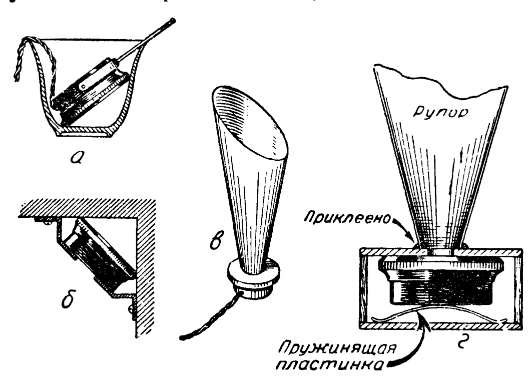
УВЕЛИЧЕНИЕ ГРОМКОСТИ РАБОТЫ ТЕЛЕФОНА

Здесь мы имеем в виду устройство некоторых приспособлений, с помощью которых можно немного усилить звук, издаваемый телефоном.

Если мы положим телефонную трубку в стакан или тонкостенную консервную банку отверстием трубки вниз, наклонно ко дну, как показано на фиг. 67,*а*, мы усилим слышимость. Увеличивает громкость также помещение телефона в углу комнаты или в углу открытого ящика (фиг. 67,*б*). Хороший результат можно получить, если к трубке приделать рупор из плот-

ной бумаги или тонкого картона (фиг. 67,*в*). Высота рупора может быть в 50—60 *см*, горловина его должна прилегать к отверстию трубки, но не касаться мембраны. Для того чтобы не направлять весь звук «в потолок», раструб конуса срезан наискось.

Имеет прямой смысл устроить постоянное приспособление для превращения телефона в небольшой громкоговоритель. Такое приспособление показано на фиг. 67,*г*. Это — ящик по размеру трубки, с отверстием в верхней стенке. К этому отверстию приклеен рупор. В ящик под отверстие подкладывается (вдвигается) телефон. Чтобы телефон плотно прижимался к верхней части ящика, под него на дне ящика нужно подложить пружинную пластинку, резинку или войлок. Из ящика телефон должен выниматься и вставляться, когда это нужно.



Фиг. 67. Повышение громкости работы телефона.

Почему происходит при этом увеличение громкости? Вспомните устройство граммофона или патефона, и вам будет понятно. Площадь мембраны трубки невелика, поэтому поверхность ее приводит в колебательное движение небольшой участок воздуха. Используя наши приспособления, мы на них передаем колебательные движения мембраны. От этого начинает колебаться значительно бóльшая поверхность и колебать бóльшую массу воздуха.

В заключение беседы напомним, что когда будет налажен и установлен радиоприемник, его необходимо зарегистрировать в местном отделении связи или на почте.

Беседа девятая

КАК ПАЯТЬ

О важности хорошего и надежного контакта при соединении монтажных проводников мы говорили неоднократно. Наиболее надежные контакты и прочность монтажа обеспечиваются только пайкой. Хорошо паять — это своего рода искусство, которое дается не сразу, а в результате некоторой практики. Паять, а не «мазать» припоем — вот чему должен научиться каждый радиолюбитель. Весь секрет надежной и красивой пайки заключается в аккуратности и чистоте. Если плохо зачищены проводники, если загрязнен паяльник,— никогда не будет хорошей спайки.

ПРИПОИ

Припоями называют легкоплавкие металлические сплавы, с помощью которых производят пайку. Хорошим припоем является чистое олово. Оно имеет светлую серебристо-матовую поверхность. Оловянная палочка при изгибе или при сжатии плоскогубцами издает характерный хруст. Чистое олово сравнительно дорого. Поэтому его применяют обычно только при пайке посуды для приготовления и хранения пищи.

Для радиомонтажа обычно применяют оловянно-свинцовый припой, представляющий собой сплав олова и свинца. Этот припой с виду очень похож на чистое олово, но менее светлый — матовый. Чем больше в припое свинца, тем он темнее. По прочности он не уступает чистому олову. Плавится он при температуре 180—200°. При пайке удобнее пользоваться припоем не в куске, а в виде палочки.

ФЛЮСЫ

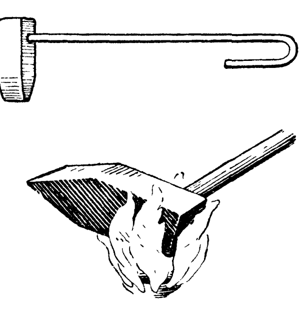
Чтобы подготовленные к пайке детали и проводники не окислялись во время их прогрева паяльником, применяют так называемый флюс. Без флюса припой не будет «прилипать» к поверхности металла. Флюсы бывают разные. В мастерских, где ремонтируют металлическую посуду, керосинки и др. домашний инвентарь, применяют «паяльную кислоту». Это раствор цинка в соляной кислоте. Для радиомонтажа такой припой совершенно непригоден. Кислота со временем разрушает место спайки проводников, из-за чего нарушается электрический контакт. Даже небольшая ка-

пелька кислоты, попавшая на тонкую обмоточную проволоку, через короткий промежуток времени ее переедает.

Для радиомонтажа пригодны флюсы, в которых совершенно отсутствует кислота. Одним из таких флюсов является канифоль. Если пайка производится в легко доступных местах, используется твердая канифоль. Там, где трудно добраться с кусочком канифоли, используется раствор канифоли в спирте (денатурированном или техническом). Чтобы канифоль хорошо растворилась ее нужно размельчить в порошок. Так как спирт быстро улетучивается, такой флюс следует хранить в пузырьке с притертой пробкой, например, из-под одеколона. Жидкий флюс наносится на спаиваемые предметы кисточкой.

ПАЯЛЬНИКИ

Основным инструментом для пайки является паяльник. Он представляет собой кусок или стержень из красной меди, укрепленный на толстой проволоке или другой металлической ручке. Один конец медного стержня остро заточен и называется жалом паяльника. Это его рабочая часть. Паяльник разогревают либо на огне, либо электрическим током. Для разогрева паяльников первого вида (фиг. 68) обычно применяют примусы или газовые горелки. Можно такой паяльник нагревать и на углях. Нагревание паяльника производится таким образом, чтобы его заостренный конец не загрязнялся и не окислялся. Нагревание производится до тех пор, пока медь паяльника не приблизится к темнокрасному накалу. Недогретый паяльник превращает припой в кашицу, которой паять нельзя. Перегретый же паяльник сильно окисляется, покрывается окалиной и паять не будет. Признаком нормального прогрева паяльника является вскипание канифоли и большое выделение дыма при ее соприкосновении с таким паяльником. Нормально нагретый паяльник хорошо плавит припой и не окисляется.



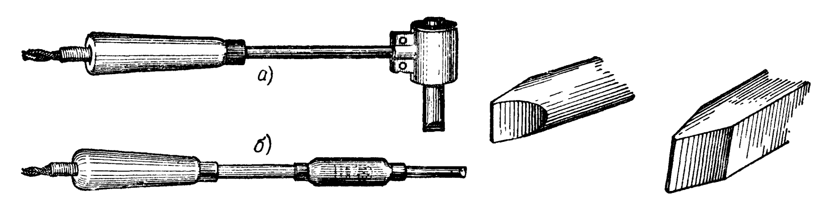
Фиг. 68. Паяльник для разогрева на огне.

Большое удобство в работе представляет электрический паяльник. В нем вокруг медного стержня, обернутого слюдой, намотана никелиновая проволока, покрытая слоем асбеста и

металлическим кожухом. Такой паяльник включается при помощи вилки на его шнуре в штепсельную розетку электрической сети. Мощность, потребляемая паяльником из сети, 30—50 *вт*. Если электрический паяльник перегревается, окисляется и покрывается во время работы окалиной, его нужно временно выключать.

У некоторых электрических паяльников медный стержень вставлен в металлическую трубку и может заменяться новым. Чтобы стержень не покрывался внутри трубки слоем окалины, его следует время от времени слегка поворачивать с помощью плоскогубцев. Сгоревший стержень вынимается и заменяется новым.

Паяльники бывают молоткового (бокового) типа (фиг. 69,*а*) и торцевые (фиг. 69,*б*). Наиболее удобными



Фиг. 69. Электрические паяльники.

Фиг. 70. Форма рабочей части паяльника.

для радиомонтажа являются торцевые паяльники. Их длинное, тонкое жало позволяет производить пайку даже в трудно доступных местах.

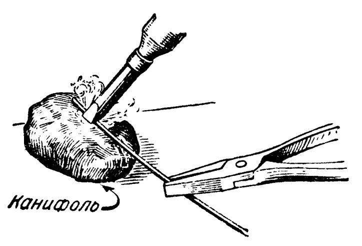
При пайке рабочий конец паяльника должен быть всегда горячим и хорошо залужен, т. е. покрыт тонким слоем припоя. Залуживание паяльника производится следующим образом: паяльник разогревают, очищают его рабочий конец от окалины, опускают в канифоль, а затем прикасаются им к кусочку припоя. После этого конец паяльника быстро протирают о дерево, чтобы припой покрыл ровным слоем рабочую поверхность жала. Если олово не пристает к жалу даже при хорошо прогретом паяльнике, нужно его еще раз тщательно зачистить напильником или наждачной бумагой и залудить. Залуживание, не удавшееся с первого раза, нужно повторить.

Рабочий конец паяльника со временем «выгорает» и на нем образуются выемки. Придать ему правильную форму можно с помощью напильника. Наиболее правильная и удобная форма рабочей части паяльника показана на фиг. 70.

ПАЙКА

Места проводников или деталей, предназначенные для спайки, зачищаются до блеска и залуживаются, т. е. покрываются тонким слоем припоя. Пайка без залуживания отнимает больше времени и менее надежна.

Залуживание деталей, предназначенных для спайки, делается следующим способом. Зачищенный проводник кладется на кусок канифоли и подогревается паяльником (фиг. 71). Канифоль при этом быстро плавится и покрывает поверхность проводника. После этого на паяльник надо быстро набрать припой и вновь прогревать поверхность, покрытую канифолью. Когда проводник хорошо прогреется, по нему начнет растекаться припой, имеющийся на паяльнике. Вращая залуживаемую деталь и медленно водя паяльником (не отрывая от детали), достигают равномерного покрытия поверхности детали тонким слоем припоя.



Фиг. 71. Залуживание проводника.

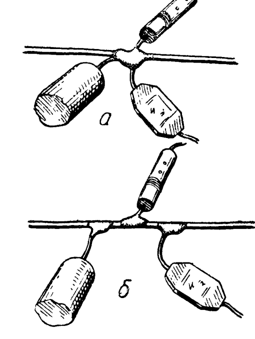
Если при пайке используют жидкий канифольный флюс, залуживаемую деталь смачивают этим флюсом при помощи кисточки и одновременно прогревают паяльником, на котором есть капелька припоя.

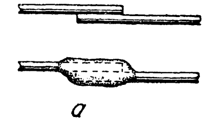
Залуженные поверхности проводников или деталей плотно прижимаются друг к другу и к месту их соприкосновения прикладывается горячий паяльник с капелькой припоя. Место спайки нужно прогревать до тех пор, пока припой не начнет растекаться, заполняя собой промежутки между деталями. Плавным движением паяльника припой равномерно распределяется по месту спайки, а излишек удаляется. Очень важно, чтобы спаиваемые детали не сдвигались с места в течение нескольких секунд после того, как паяльник будет удален от места спайки. Хорошей спайкой можно считать такую, когда припой лежит не комком, а обливает собой место спайки со всех сторон.

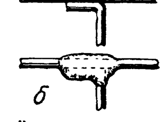
Если невозможно залудить детали раздельно, то зачищенные детали плотно соединяют, смазывают жидким канифольным флюсом и прогревают паяльником, на котором имеется припой. Прогревать детали следует до тех пор, пока не начнет растекаться припой. Только после этого можно водить паяльником и ровно распределять припой по поверхности деталей.

По удалении паяльника припой быстро затвердевает и крепко схватывает соединяемые детали. На этом спайка заканчивается.

Радиолюбители, не имеющие достаточного опыта в пайке, часто без хорошего прогрева «замазывают» место спайки припоем и удивляются, почему не получается прочного соединения, хотя припоя израсходовано много. Искусство хорошей пайки заключается в том, чтобы сделать пайку при малом расходе припоя, что достигается хорошо прогретым и залуженным паяльником.





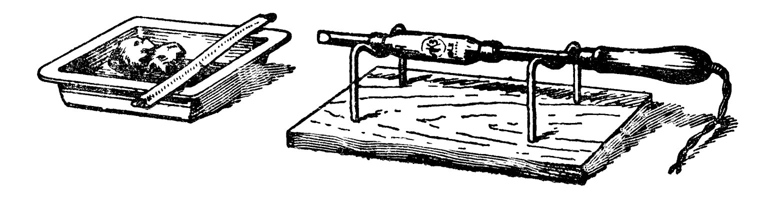


Фиг. 72. Способы спайки двух проводников.

Фиг. 73. Способы спайки нескольких проводников.

Только при этих условиях пайка получится прочной, аккуратной и красивой. На монтаж, выполненный таким образом, приятно смотреть самому и показать его товарищам.

Радиолюбители много экспериментируют со своими конструкциями. Часто одну деталь заменяют другой, разбирают



Фиг. 74. Приспособления для пайки.

и вновь собирают приемник. Это надо учитывать при пайке. В том случае, когда спаиваются прямолинейные проводники, их концы складываются вместе так, чтобы они перекрывали друг друга на длину 8—10 *мм* (фиг. 72,*а*). Когда же проводники спаиваются под прямым углом (фиг. 72,*б*), конец одного из проводов сгибают под углом. Если необходимо припаять конденсатор к телефонному гнезду, вывод конденсатора просо-

вывается через отверстие гнезда и заливается припоем. Во всех случаях нужно стремиться к тому, чтобы спаиваемые проводники соприкасались возможно большей площадью.

Не рекомендуется делать спайку нескольких проводников в одной точке, как это показано на фиг. 73,*а*. В этом случае при необходимости отпайки одного из проводников неизбежно рассыплется весь узел. На фиг. 73,*б* показано правильно сделанное соединение нескольких проводников. Здесь любой из проводников можно отпаять, не затрагивая другого.

Рекомендуем для паяльника сделать подставку, а припой и канифоль держать в металлической баночке (фиг. 74). Такие простые приспособления создадут необходимые удобства, а паяльник, припой и флюсы будут содержаться в чистом виде.

Беседа десятая

КОНДЕНСАТОРЫ

Электрическим конденсатором называют прибор, предназначенный для накопления электрических зарядов. Слово «конденсатор» означает — собиратель, накопитель. Конденсатор является одной из важнейших деталей любого радиоаппарата.

ЧТО ТАКОЕ КОНДЕНСАТОР

С внешним устройством конденсатора наши читатели уже знакомы по проведенным опытам с детекторным радиоприемником. Теперь мы расскажем об его устройстве. Конденсатор состоит из двух пластин, называемых обкладками, сделанных из хорошего проводника электрического тока. Между обкладками конденсатора имеется непроводник электрического тока, который называют диэлектриком конденсатора. Обкладки конденсатора обычно делают из листового металла: меди, латуни, алюминия, оловянной или алюминиевой фольги. В качестве диэлектрика чаще всего используются воздух, слюда, пропарафинированная бумага, фарфор.

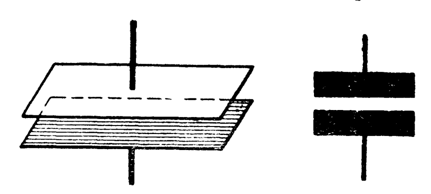
В зависимости от применяемого диэлектрика конденсаторы называют: с воздушным диэлектриком, слюдяными, бумажными, керамическими, электролитическими. Последние применяются только в ламповых радиоприемниках.

На фиг. 75 показан простейший конденсатор, состоящий из двух пластин, диэлектриком которого является воздух. Если

присоединить к его обкладкам источник постоянного тока, как это показано на фиг. 76,*а*, то в образовавшейся цепи возникнет кратковременное движение электронов, направление которого указано тонкими стрелками.

Почему же возникнет ток, если воздух является непроводником? Действительно, через воздух электроны двигаться не будут; произойдет только их перемещение в проводниках электрической цепи. А это произойдет мгновенно.

Пока к обкладкам конденсатора не был присоединен источник тока, в каждой обкладке, а также между обкладками было равномерное распределение электронов. Как только присоединили источник тока, с верхней обкладки конденсатора часть электронов перешла на положительный полюс источника тока, который притянул их. В то же время часть электронов с отрицательного полюса источника тока переместилась на нижнюю обкладку конденсатора. В результате верхняя обкладка конденсатора зарядилась положительно, а нижняя — отрицательно. Ток, который существовал во время заряда конденсатора, называют током заряда конденсатора.



Фиг. 75. Простейший конденсатор и его схематическое обозначение.

Конденсатор, пока он был приключен к источнику тока, накопил на своих обкладках электрические заряды. Это свойство конденсатора накапливать электричество называется **электрической емкостью** или, сокращенно, **емкостью**. Чем больший заряд сможет накопить конденсатор, тем больше будет его емкость.

Отключим теперь источник тока от конденсатора. Его обкладки останутся заряженными (фиг. 76,*б*).

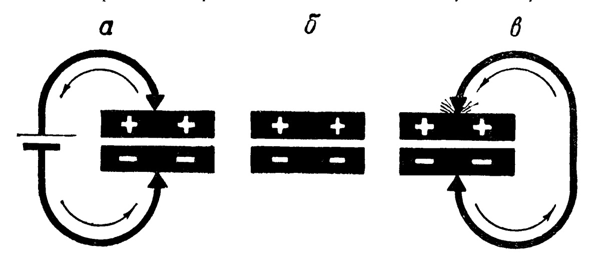
Электроны с отрицательной обкладки будут стремиться перейти на положительную обкладку, но их не пустит диэлектрик.

Емкость конденсатора прежде всего зависит от площади его обкладок и от расстояния между ними. Чем больше будет эта площадь и чем ближе находятся обкладки друг к другу, тем бóльшие заряды могут на нем накопиться, т. е. тем больше емкость этого конденсатора.

Меру емкости конденсатора можно сравнить с мерой объема: 1 $м^3$ может вместить воды больше, чем 1 $дм^3$ и еще

больше, чем 1 *см*³. Емкость конденсатора, состоящего из двух пластин площадью по 1 *м*² при расстоянии между ними 1 *см* будет больше емкости конденсатора, имеющего пластины площадью по 0,5 *м*² при том же расстоянии в 1 *см*. В то же время емкость этого конденсатора будет больше емкости конденсатора, имеющего такие же пластины, но при расстоянии между ними в 5 *см*. Таким образом, если мы увеличим расстояние между обкладками конденсатора, емкость его уменьшится, и наоборот, уменьшая площадь обкладок конденсатора, мы уменьшаем его емкость.

Кроме того, емкость конденсатора зависит еще от применяемого диэлектрика. При одних и тех же размерах пластин и



Фиг. 76. Токи заряда и разряда конденсатора.

при одном и том же расстоянии между ними воздушный конденсатор будет обладать в несколько раз меньшей емкостью по сравнению с емкостью конденсатора с твердым диэлектриком (слюда, фарфор, бумага). Свойство твердых диэлектриков увеличивать емкость позволяет делать конденсаторы меньших размеров по сравнению с воздушными.

Все конденсаторы разделяют на две группы: конденсаторы постоянной емкости и конденсаторы переменной емкости. Емкость конденсаторов первой группы изменять нельзя. Эти конденсаторы обычно имеют твердый диэлектрик.

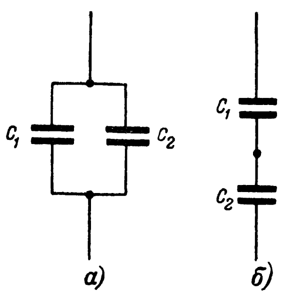
Вторые — конденсаторы переменной емкости — отличаются от первых тем, что их емкость может плавно изменяться от какой-то наименьшей до наибольшей величины. Чаще всего они бывают с воздушным диэлектриком.

ЕДИНИЦЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ

Для измерения емкости служит единица, называемая ф а р а д о й. Сокращенно ее обозначают буквой *ф*.

Емкость в 1 *ф* — это очень большая емкость. Такого конденсатора не бывает. Земной шар, например, обладает емкостью меньше одной фарады. Конденсатор емкостью в 1 *ф* имел

бы гигантские размеры. В радиотехнике пользуются миллионной долей фарады, которая называется микрофарадой и обозначается сокращенно буквами *мкф*. В одной фараде 1 000 000 *мкф* или 1 *мкф*=0,000001 *ф*. Однако, и эта единица емкости часто оказывается слишком большой. Поэтому существует еще более мелкая единица, именуемая микромикрофарадой (сокращенно пишут *мкмкф*), представляющая собой миллионную долю *мкф*; микрофарада содержит 1 000 000 *мкмкф* (или 1 *мкмкф* = 0,000001 *мкф*)[1]. Емкость конденсатора обычно пишется (печатается) на нем или обозначается условными знаками.



Фиг. 77. Соединение конденсаторов.
а — параллельное; *б* — последовательное.

СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ

Если соединить конденсаторы параллельно (фиг. 77,*а*), их общая емкость — $C_{общ}$ — будет равна сумме емкостей соединенных конденсаторов, т. е. $C_{общ} = C_1 + C_2$. Если, например, $C_1 = 30$ *мкмкф*, а $C_2 = 50$ *мкмкф*, то общая емкость $C_{общ} = 30$ *мкмкф* $+ 50$ *мкмкф* $= 80$ *мкмкф*.

При последовательном соединении конденсаторов их общая емкость $C_{общ}$ (фиг. 77,*б*) будет всегда меньше наименьшей емкости и подсчитывается по формуле:

$$C_{общ} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}.$$

Допустим, что $C_1 = 200$ *мкмкф*, а $C_2 = 300$ *мкмкф*, тогда

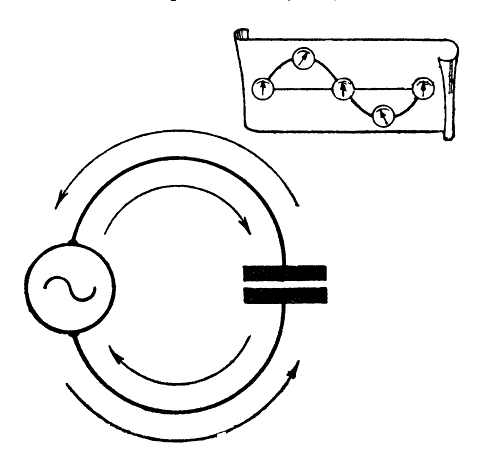
$$C_{общ} = \frac{200\ мкмкф \cdot 300\ мкмкф}{200\ мкмкф + 300\ мкмкф} = 120\ мкмкф.$$

Если соединяют последовательно два конденсатора одинаковой емкости, общая емкость будет равна половине емкости одного конденсатора. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов используют в тех случаях, когда нет под руками конденсатора нужной емкости, но имеются другие, из которых можно составить требуемую емкость.

[1] Микромикрофараду называют иногда также пикофарадой (сокращенное обозначение *пф*).

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ КОНДЕНСАТОРОВ

Если соединить обкладки заряженного конденсатора каким-либо проводником (фиг. 76,*в*), электроны с отрицательно заряженной обкладки мгновенно перейдут по проводнику на положительно заряженную обкладку и конденсатор разрядится. Это произойдет, если изоляция конденсатора хорошая — его диэлектрик не пропустил через себя электроны в течение времени, пока мы вели беседу. Такой конденсатор, как говорят, имеет хорошую изоляцию; в нем нет утечки. Хорошей изоляцией обычно обладают конденсаторы воздушные, слюдяные, керамические. Несколько худшую изоляцию имеют бумажные конденсаторы. Значительную утечку имеют конденсаторы электролитические.



Фиг. 78. Конденсатор в цепи переменного тока.

Теперь посмотрим, что получится, если к обкладкам конденсатора присоединить источник переменного тока (фиг. 78). Мы знаем, что заряды на зажимах источника переменного тока периодически меняются. А это означает, что и обкладки конденсатора с частотой тока будут попеременно перезаряжаться.

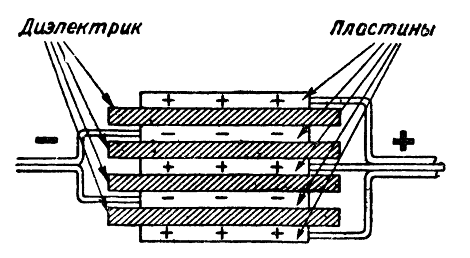
Следовательно, в проводниках фиг. 78 будет все время перемещение электронов, конденсатор будет заряжаться и разряжаться через источник тока.

Ввиду этого можно считать, что конденсатор как бы проводит переменный ток, и тем лучше, чем больше его емкость и чем выше частота тока. Этим свойством конденсатора мы пользовались, когда применяли провода электросети переменного тока вместо антенны.

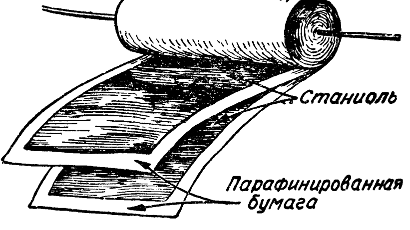
Нам нужно было пропустить к приемнику переменный ток частотой в сотни тысяч *гц* и не пропустить ток частотой в 50 *гц*. Этим требованиям отвечал конденсатор емкостью в несколько сотен *мкмкф*.

КОНДЕНСАТОРЫ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ

Их часто называют сокращенно **постоянными** конденсаторами. Чтобы такие конденсаторы имели небольшой размер и к тому же обладали по возможности большой емкостью, их делают не с двумя, а с многими пластинками, как показано на фиг. 79. Для пластин конденсатора используют тонкую металлическую фольгу, а в качестве изолятора — слюду или другой твердый диэлектрик. При такой конструкции конденсатора каждая пара соседних пластин работает как двухпластинчатый конденсатор. Так как все пары соединены между собой параллельно, общая емкость их увеличивается. Чем больше будет таких пар и чем больше их площадь, тем больше емкость конденсатора.



Фиг. 79. Многопластинчатый плоский конденсатор.



Фиг. 80. Устройство конденсатора большой емкости.

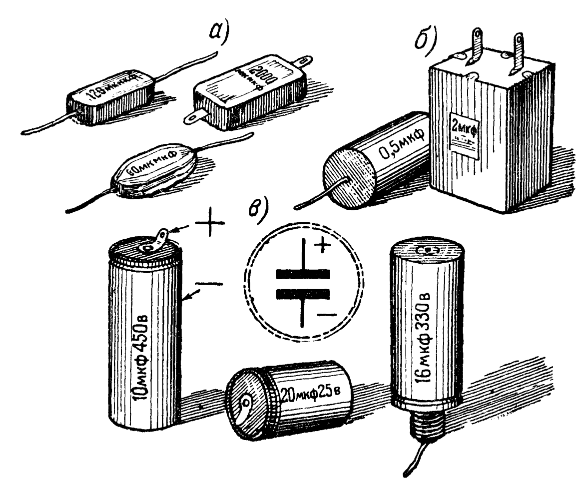
Емкость конденсаторов такой конструкции бывает в пределах от нескольких десятков до нескольких десятков тысяч *мкмкф*.

Когда требуется получить емкость от долей *мкф* до 1—2 *мкф*, две ленты из фольги прокладывают тонкой пропарафинированной бумагой и свертывают в рулон (фиг. 80).

Такие конденсаторы часто называют микрофарадными конденсаторами.

Устройство электролитических конденсаторов иное. В них алюминиевая фольга погружается в электролит, т. е. в химический раствор, который, воздействуя на фольгу, образует на ней тончайший слой, обладающий свойствами диэлектрика. В результате получается конденсатор, одной обкладкой которого является электролит, а второй обкладкой — фольга. Благодаря тонкому разделяющему слою емкость электролити-

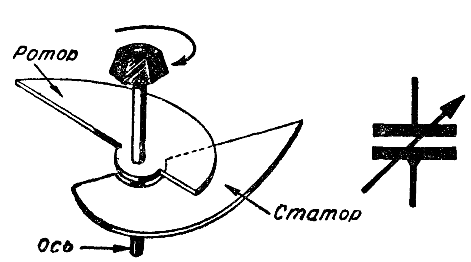
ческих конденсаторов бывает большой: от нескольких микрофарад до нескольких сотен микрофарад. На фиг. 81 показано несколько основных типов постоянных конденсаторов.



Фиг. 81. Конденсаторы постоянной емкости:
а) слюдяные; б) бумажные большой емкости; в) электролитические.

КОНДЕНСАТОРЫ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

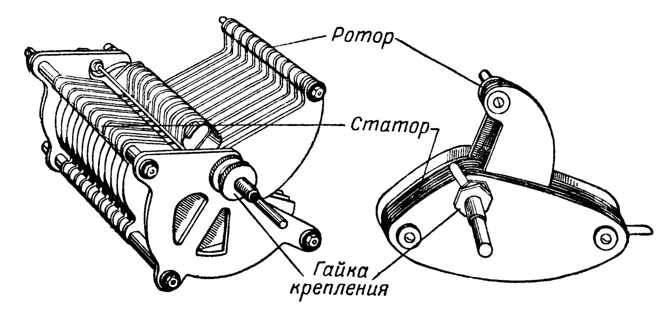
Устройство простейшего двухпластинчатого конденсатора переменной емкости показано на фиг. 82. Одна его обкладка неподвижна и называется статором; другая — ротор, скреплена с осью. Вращая ось и изменяя таким образом площадь перекрытия обкладок, мы будем изменять емкость конденсатора.



Фиг. 82. Простейший конденсатор переменной емкости.

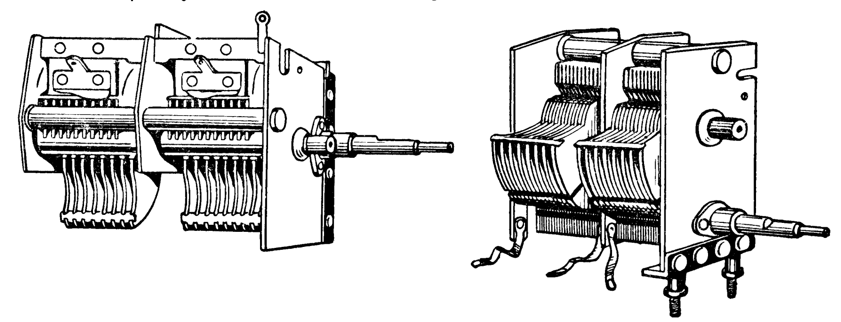
Переменные конденсаторы, используемые в радиовещательных приемниках, состоят из двух групп пластин (фиг. 83), сделанных из алюминия или латуни. Все пластины ротора посажены на ось и через нее соединены между собой. Статорные пластины также имеют между собой хорошее соединение. Вра-

щая ось переменного конденсатора мы вводим между пластинами статора пластины роторной группы и тем самым изменяем емкость конденсатора. Когда подвижные пластины выведены полностью, емкость конденсатора будет наименьшая. Наименьшую емкость конденсатора называют начальной ем-



Фиг. 83. Конденсаторы переменной емкости.
Слева — с воздушным диэлектриком; справа — с твердым диэлектриком.

костью. Когда же подвижные пластины полностью введены, емкость конденсатора будет наибольшей. Разумеется, роторные и статорные пластины не должны соединяться и должны иметь хорошую изоляцию между собой.



Фиг. 84. Сдвоенный конденсатор переменной емкости.

Подвижные пластины, как правило, соединяются с заземленными проводниками. На схемах они отмечаются небольшим кружком. На фиг. 84 показаны сдвоенные конденсаторы переменной емкости, которые используются в приемниках, имеющих не один, а два настраивающихся контура. При вращении оси такого конденсаторного блока одновременно изменяется емкость обоих его конденсаторов.

Иногда делают конденсаторы переменной емкости с твердым диэлектриком из слюды, целлулоида (см. фиг. 83, справа).

Наиболее распространенными являются конденсаторы, имеющие начальную емкость в 15—20 *мкмкф* и наибольшую — 500—600 *мкмкф*. Если на схеме или в описании указывают одну цифру емкости переменного конденсатора, имеют в виду его наибольшую емкость.

Конденсатор переменной емкости требует к себе бережного отношения. Даже незначительное изгибание или иное повреждение его пластин приведет к их замыканию. Исправление же их — дело очень сложное.

НЕВИДИМЫЕ ЕМКОСТИ

Мы имеем в виду конденсаторы, которые в схему не включают, но они существуют. Помните, в седьмой беседе мы упоминали о емкости между антенной и землей?

Иногда невидимая емкость может быть вредной. Нам придется сталкиваться с настолько вредными емкостями, что мы будем называть их паразитными. С ними придется вести решительную борьбу.

Где же могут быть незаметные, но существующие емкости?

Они есть везде. Между двумя любыми проводниками есть емкость. Так, например, существует емкость между проводниками, идущими к телефону, поэтому иногда детекторный приемник работает без блокировочного конденсатора. Между монтажными проводниками, между витками катушки также имеется емкость.

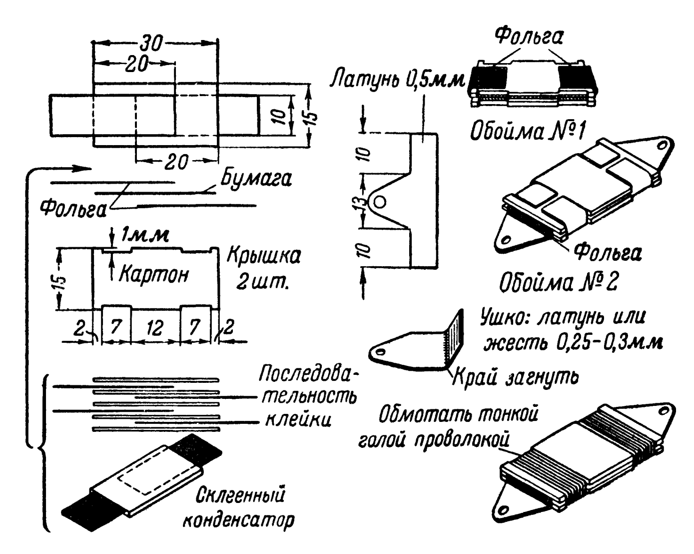
Пока мы имеем дело с детекторным приемником, с подобными емкостями можно практически не считаться. Но когда дело дойдет до ламповых приемников, некоторые невидимые емкости могут быть пагубными.

САМОДЕЛЬНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ

Материалы, необходимые для изготовления конденсаторов, всегда найдутся в хозяйстве радиолюбителя. Основным материалом являются алюминиевая или оловянная фольга (станиоль). Ее можно взять от негодных микрофарадных конденсаторов. В алюминиевую фольгу обертывают шоколад и некоторые сорта конфет. Таким образом, фольгу можно добыть вместе с конфетами, т. е. совместить приятное с полезным. Следующим материалом, необходимым для изготовления постоянных конденсаторов, является бумага. Нужно достать лис-

ток хорошей гладкой и тонкой бумаги (например, почтовой). Кроме того, нужно иметь кусочек парафина или воска. Кусок восковой или парафиновой (елочной) свечки нас вполне устроит. Стеариновая свеча не годится. Кусочки картона, медной проволоки, обрезки жести или листовой латуни должны найтись у радиолюбителя. Это все, что нужно для изготовления постоянных конденсаторов.

Для изготовления таких конденсаторов нарежем полоски бумаги размером 15×30 *мм* и полоски фольги шириной



Фиг. 85. Самодельный конденсатор постоянной емкости.

10 *мм* и длиной 30—33 *мм* (фиг. 85). Количество бумажных и фольговых полосок будет зависеть от той емкости, какая нам нужна. Расчет мы приведем дальше.

Конденсатор нам придется клеить парафином или воском. Чтобы он сразу не застывал, нужно работать на горячей доске (например, лежащей на горячей плите). Доска должна быть совершенно чистой; ее нужно тщательно обтереть, чтобы на ней не осталось пыли. Для обеспечения чистоты на доску можно положить лист хотя бы газетной бумаги.

Парафин или воск нужно растопить в баночке. В парафин погружается и прогревается в нем кисточка. Холодной кистью работать нельзя, парафин застынет на ней.

Берем листочек бумаги, кладем его на горячую доску и промазываем его жидким парафином. Накладываем листок фольги так, чтобы он лежал на бумаге на 20 *мм*, чтобы 10 *мм* от края остались свободными, а по бокам были одинаковые поля. Промазываем снова парафином и накладываем новый листок бумаги таким образом, чтобы он лег точно на первый листок поверх наклеенной фольги. Конец листка будет с одной стороны выступать наружу. Промазываем сверху второй листок и накладываем вторую полоску фольги, тоже отступая от края на 10 *мм*, но так, чтобы его конец выходил наружу в другую сторону. Промазывая снова парафином, накладываем новый листок бумаги, затем сверх него новую полоску фольги так, как была положена первая полоска. Далее кладется еще листок бумаги и снова полоска фольги, как она была положена во второй раз. В такой последовательности мы действуем до тех пор, пока не положим требуемое число листков фольги. Последний листок фольги накрываем листком бумаги.

При работе нужно соблюдать аккуратность; не мазать парафином выходящие за пределы бумажных листков концы фольги, так как они должны иметь между собой хороший контакт.

Получившуюся пачку нужно спрессовать. Прессовку производим следующим образом. Положим конденсатор на горячую доску, накроем его свернутой в несколько раз чистой газетой и поставим на него горячий утюг. Когда конденсатор прогреется и сожмется, утюг снимаем. Утюг нужно нагреть настолько, чтобы он не жег бумагу.

Изготовим из плотного картона две крышечки размерами 15 × 30 *мм* и сделаем на них острым ножом выемки, показанные на фиг. 85. Если у нас есть листовая латунь и ножницы для металла (пригодны большие портняжные ножницы), мы можем вырезать для конденсатора обойму. Таких обойм нужно 2 штуки. В ушке обоймы желательно просверлить отверстие для присоединения проводов.

Положив конденсатор между крышечками и загнув фольговые концы на одну сторону, прилаживаем обойму, закрывая и прижимая ее ушком фольгу. Загибаем концы обоймы, которые должны войти в прорезы крышечек, плотно их охватив. Поставив вторую обойму, зажимаем весь конденсатор в тиски или сжимаем другим способом, чтобы крепко сжать загнутые лапки обойм.

Второй способ устройства обоймы проще. Ушко делается из кусочка жести, один край которого подгибается. Наложив

ушко на фольгу, туго обматывают конденсатор вместе с ушком голой проволокой толщиной 0,3—0,5 *мм*. Отогнутый край ушка загибают на проволоку. Для прочности эту намотку можно пропаять со стороны ушка. Пропайку следует производить небольшим количеством олова, чтобы не сжечь изоляцию конденсатора.

Читатель может изобрести свои способы укрепления конденсатора и устройства его ушков.

Теперь сообщим расчетные данные. Считая толщину бумаги в 0,1 *мм*, мы получим при двух фольговых полосках указанного выше размера емкость около 20 *мкмкф*. Каждая следующая фольговая полоска, подклеенная через бумажный листок, добавляет 20 *мкмкф*. Таким образом, чтобы получить конденсатор емкостью 160 *мкмкф*, нам нужно 160 : 20 = 8 раз подбавить фольговые листки к первому листку, т. е. всего потребуется 9 листков. Если нам нужен конденсатор емкостью в 1 000 *мкмкф*, потребуется 51 листок.

Если взять листки бумаги размером 45 × 27,5 *мм*, а листки фольги размером 15 × 45 *мм*, при расстоянии края фольги от края бумаги в 15 *мм*, мы получим емкость каждой пары фольговых листков около 40 *мкмкф*. Для конденсатора емкостью в 1 000 *мкмкф* потребуется 26 таких листков фольги.

Самодельные конденсаторы емкостью более 1—1,5 тыс. *мкмкф* получатся слишком громоздкими.

Конденсаторы малой емкости порядка нескольких микромикрофарад сделать можно иным способом. Нужно взять кусок провода диаметром в 1—1,5 *мм* и длиной 25—30 *мм*, обернуть его слоем бумаги, а поверх бумажного слоя намотать виток к витку любой провод диаметром 0,3—0,5 *мм*. Одной обкладкой такого конденсатора будет толстый провод, другой обкладкой — намотанный сверху более тонкий провод, а диэлектриком — бумага. При длине верхней намотки в 10 *мм* получается конденсатор емкостью примерно в 8—10 *мкмкф*.

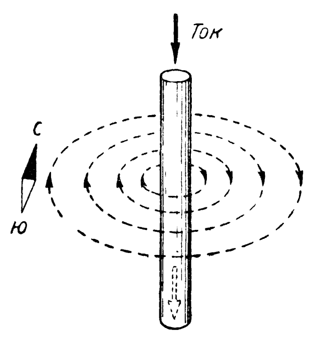
Беседа одиннадцатая

КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ

С катушками индуктивности мы знакомы по детекторным радиоприемникам. Мы с их помощью настраивали приемник на волну нужной радиостанции. Без катушки индуктивности не обходится ни один радиоприемник. Сейчас мы рассмотрим явления, которые происходят в катушках индуктивности.

САМОИНДУКЦИЯ

Нашему читателю, может быть, приходилось видеть такое явление: когда работает электрический звонок, в его прерывателе появляется искра. В момент выключения электрической лампочки в выключателе тоже иногда появляется искра. Сильная искра получается в рубильнике, выключающем электрический двигатель. Когда случайно соединятся полюсы батарейки (чего нужно избегать), в момент разъединения их также проскакивает искра.



Фиг. 86. Магнитное поле вокруг проводника с током изображают в виде силовых линий.

Почему же возникают эти искры?

Мы знаем, что вокруг проводника с током создается магнитное поле, обладающее определенным запасом энергии, о которой можно судить хотя бы по действию поля на магнитную стрелку. При определенных условиях магнитное поле, создаваемое электрическим током, может притягивать не только мелкие железные или стальные кусочки, но и поднимать очень тяжелые станки. Такие сильные электромагниты используют на заводах.

Магнитное поле принято изображать, как большое число замкнутых магнитных силовых линий, пронизывающих пространство вокруг проводника с током (фиг. 86).

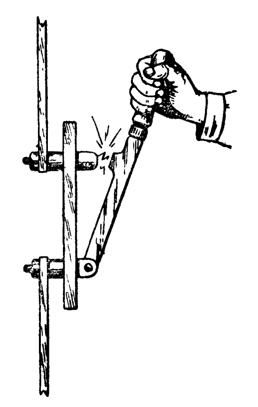
В природе никакая энергия никогда не исчезает бесследно. Это относится и к энергии магнитного поля. Если разорвать проводник с током, его магнитное поле начинает рассеиваться в пространстве. Встречая на своем пути проводники, оно создает в них ток. Возникает ток и в том проводнике, который создал магнитное поле. Этот проводник находится в самой гуще магнитных силовых линий, поэтому в нем будет наводиться более сильный ток, чем в любом другом проводнике. Направление наведенного в проводнике тока будет то же, что было в момент разрыва проводника. Иначе говоря, исчезающее магнитное поле будет стремиться поддержать тот ток, который его создал, до тех пор, пока само поле не исчезнет — не израсходуется содержащаяся в нем энергия.

Это интересное электрическое явление называется **самоиндукцией**. Электрическая сила, которая под действием исчезающего магнитного поля гонит электроны в проводнике, на-

зывается **электродвижущей силой самоиндукции** (сокращенно э. д. с. самоиндукции). Ток, который при этом образуется, называют **током самоиндукции**.

Эти понятия связаны между собой очень тесно, но путать их нельзя: самоиндукция — это само электрическое явление, а э. д. с. самоиндукции — это та сила, которая создает, или, как говорят, наводит, или **индуктирует** в проводнике ток после того, как выключен основной ток, образующий магнитное поле.

Если в проводнике шел значительный ток, то при разрыве этого проводника в нем может развиться большая э. д. с. самоиндукции и создать ток даже через воздушный промежуток (фиг. 87). При этом и получается искра в месте разрыва проводника с током.



Фиг. 87. В месте разрыва электрической цепи появляется искра.

На электростанциях, заводах, где приходится разрывать рубильником электрические цепи, по которым течет очень большой ток, искра может быть большой. Там приходится принимать необходимые защитные меры, чтобы эта искра не причинила вреда человеку, выключающему ток.

Явление самоиндукции имеет место и при включении электрического тока. Когда в проводнике появляется электрический ток, вокруг него возникает магнитное поле. Сразу после включения поле слабое, но затем оно начинает быстро усиливаться. Усиливающееся поле тоже способно возбудить в проводнике ток самоиндукции, но направление этого тока будет противоположным основному току, создающему магнитное поле. Другими словами, ток самоиндукции при включении направлен навстречу основному току, ослабляет его, мешает его мгновенному увеличению и росту магнитного поля. Если в цепь включается постоянное напряжение, через короткий промежуток времени основной ток в проводнике приобретает неизменную силу, магнитное поле также делается неизменным и ток самоиндукции исчезает.

Таким образом, явление самоиндукции препятствует как нарастанию, так и убыванию тока в проводнике. Его можно сравнить с другим хорошо известным нам явлением. Когда мы катаемся на санках, то обычно бывает трудно сдвинуть

санки с места и остановить их мгновенно, когда они набрали скорость.

Неподвижные санки обладают некоторым запасом энергии покоя, которая препятствует мгновенному нарастанию скорости движения. Но когда санки наберут скорость, они будут обладать запасом энергии движения. Теперь они уже не смогут остановиться мгновенно и будут по инерции двигаться еще некоторое время до тех пор, пока не израсходуется весь запас энергии на трение.

В катушках явление самоиндукции сказывается сильнее, чем в прямолинейном проводнике, так как каждый виток катушки наводит ток не только в себе самом, но и во всех других витках этой катушки. Чем больше будет витков в катушке и чем больше будет ее диаметр, тем сильнее будет сказываться явление самоиндукции, тем дольше будет существовать в ее витках ток после прекращения действия внешней электродвижущей силы. И наоборот, потребуется тем больше времени после включения постоянной э. д. с. для того, чтобы ток в цепи увеличился до нормальной величины, чтобы установилось постоянное магнитное поле.

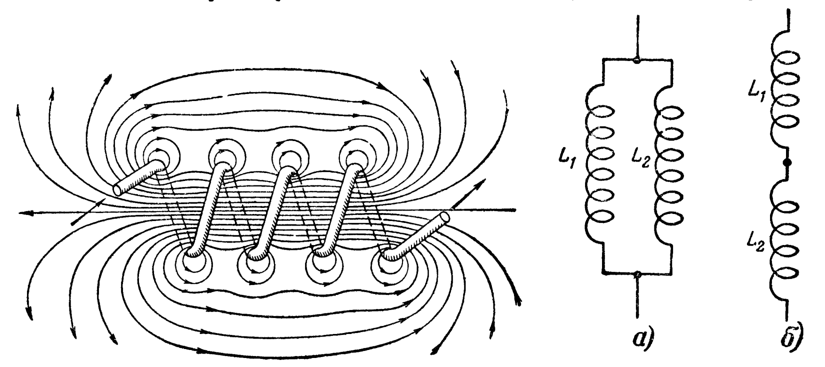
Увеличение самоиндукции проводника, свернутого в катушку, можно объяснить еще следующим образом: в катушке вокруг каждого отдельно взятого витка создаются магнитные силовые линии, которые направлены в одну сторону, а следовательно, общее число магнитных силовых линий будет больше (фиг. 88). В результате магнитное поле катушки окажется более сильным, чем поле одиночного прямолинейного проводника. Значит, и явление самоиндукции в ней будет сказываться с большей силой.

В цепях постоянного тока явление самоиндукции играет роль только в моменты включения и выключения тока. Если же через катушку протекает переменный ток, то в такой цепи явление самоиндукции сказывается все время. Наличие катушки индуктивности в цепи переменного тока приводит к тому, что ее самоиндукция ограничивает ток в этой цепи.

Следовательно, для переменного тока самоиндукция создает собой сопротивление, которое именуют *индуктивным сопротивлением*. Оно будет тем больше, чем больше витков в катушке и чем быстрее происходит изменение тока, т. е. чем выше частота переменного тока. В наших первых конструкциях — детекторных приемниках — катушки были использованы для настройки на радиостанцию. Такие катушки называют катушками *колебательных контуров*.

Если катушка индуктивности используется как сопротивление переменному току высокой частоты, чтобы преградить этому току путь в ту или иную цепь, она называется **дросселем высокой частоты**.

Оказывая большое сопротивление переменному току высокой частоты, дроссель в то же время имеет малое сопротивление постоянному току. Этими свойствами дросселя пользуются



Фиг. 88. Магнитное поле вокруг проводника с током, свернутого в катушку.

Фиг. 89. Соединение катушек индуктивности: *а* — параллельное, *б* — последовательное.

в ламповых радиоприемниках, когда требуется пропустить по цепи постоянный ток и в то же время закрыть путь токам высокой частоты.

Катушки можно между собой соединять параллельно или последовательно. При параллельном соединении катушек (фиг. 89,*а*) явление самоиндукции ослабляется, а при последовательном (фиг. 89,*б*) усиливается. Если сблизить две намотанные в одну сторону и последовательно соединенные катушки, то явление самоиндукции будет сказываться сильнее, чем в случае, когда катушки намотаны в разные стороны. Секционированную катушку, используемую нами в детекторном приемнике, можно рассматривать как последовательное соединение нескольких катушек — ее секций.

ПРОВОД ДЛЯ КАТУШЕК

Катушки индуктивности наматываются из медной проволоки, покрытой изоляцией: хлопчатобумажной ниткой, шелковой ниткой или эмалью. По роду изоляции проволока имеет следующие обозначения:

ПБО — провод с хлопчатобумажной одинарной оплеткой;
ПБД — то же с двойной оплеткой;
ПШО — провод с шелковой одинарной оплеткой;
ПШД — то же с двойной оплеткой;
ПЭ — провод с эмалевой изоляцией;
ПЭЛ — то же, но лакостойкий;
ПЭШО — провод с эмалевой и шелковой одинарной оплеткой.

Диаметр провода всегда указывают в миллиметрах без учета изоляции, т. е. толщину его медной жилы. Провод диаметром 0,5—1 *мм* применяется для намотки катушек детекторных радиоприемников и для катушек коротковолновых диапазонов ламповых приемников, где мало витков. В катушках ламповых приемников, применяемых для настройки в длинноволновом и средневолновом диапазонах, обычно используют проволоку диаметром 0,1—0,2 *мм*. Когда в описаниях приемников указывается какой-то диаметр провода и если нет точно такого, но есть другой, близкий к нему, можно и его использовать. Так, например, вместо провода диаметром 0,15 *мм* можно использовать провод диаметром 0,12 *мм* или 0,2 *мм*.

Если имеется провод с неизвестным диаметром, его можно приближенно определить, намотав провод виток к витку на карандаш, как это было указано в пятой беседе, и разделив длину намотки на число витков. Точность вычисления тем больше, чем больше длина намотки.

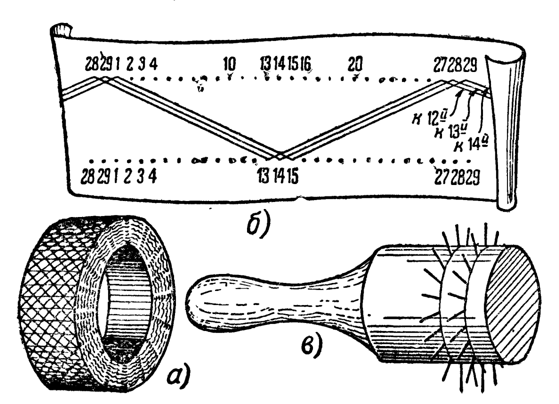
Для намоток катушек индуктивности применяется еще так называемый литцендрат. Это провод, состоящий из отдельных тонких медных проволочек в эмалевой изоляции, которые все вместе имеют шелковую оплетку.

СОТОВАЯ КАТУШКА

Сотовой катушкой называется катушка со сложным пересечением витков, образующих рисунок, несколько напоминающий соты (фиг. 90,*а*).

Сотовые катушки наматывают на болванке с ручкой (фиг. 90,*в*). По окружности болванки на равном расстоянии друг от друга набивается два ряда булавок или спиц. Расстояние между рядами спиц определяет ширину катушки. Обычно его берут равным 10—15 *мм*. Число спиц в ряду может быть взято произвольное, но непременно нечетное. Обычно это число бывает в пределах от 15 до 29. Число витков в одном слое сотовой катушки равно удвоенному числу спиц, при-

ходящихся на один изгиб витка (фиг. 90,*б*). При 15 спицах в одном ряду изгибы намотки можно делать, например, через 7 спиц. Тогда в одном слое получится 14 витков. При 29 спицах зигзаги можно делать через 14 спиц. Тогда в слое будет 28 витков. Если же наматывать такую катушку через 7 спиц, то в одном слое будет 14 витков. Большое число спиц выгодно в том случае, когда нужно уложить в один слой возможно большее число витков, когда нежелательно иметь катушку



Фиг. 90. Сотовая катушка и болванка для ее намотки.

с большой толщиной намотки. Рассмотрим порядок намотки катушки при 29 спицах в одном ряду.

Перенумеруем все наши спицы. В каждом ряду мы будем иметь спицы от № 1 до № 29 включительно. Перед намоткой обертываем болванку между спицами бумажной полоской, чтобы катушку после намотки можно было легко снять с болванки.

Начинаем намотку со спицы № 1 первого ряда. На этой спице укрепляем начало провода. Далее ведем провод (фиг. 90,б) к спице № 15 второго ряда, отсюда — к спице № 29 первого ряда, затем к спице № 14 второго ряда и так далее.

Это будет намотка с шагом, равным 14 спицам. При намотке с шагом в 7 спиц чередование спиц будет следующее: спица № 1 (1-го ряда) — № 8 (2-й ряд) — № 15 (1-й ряд) — № 22 (2-й ряд) — № 7 (2-й ряд) — № 14 (1-й ряд) — № 21 (2-й ряд) — № 28 (1-й ряд) и т. д.

При намотке на 15 спицах с шагом в 7 спиц чередование спиц будет: № 1 (1-й ряд)— № 8 (2-й ряд)—№ 15 (1-й ряд)— № 7 (2-й ряд) — № 14 (1-й ряд) — № 6 (2-й ряд) — № 13 (1-й ряд) и т. д.

Для намотки сотовых катушек удобно пользоваться дрелью, в патрон которой зажимается гвоздь, вбитый точно в центр конца болванки. Сама дрель зажимается в тисках так, чтобы болванка находилась у левой руки. Вращение дрели производят правой рукой Первые 2—3 витка накладываем, следя за номерами спиц; в дальнейшем в этом уже не будет необходимости, так как ход намотки будет сам показывать, куда нужно класть следующий виток.

По окончании намотки для скрепления витков катушка промазывается парафином или лаком. Удалив спицы, осторожно снимают катушку с болванки и промазывают ее тем же веществом изнутри.

КАТУШКА «УНИВЕРСАЛЬ»

Этот тип намотки отличается от «сотовой» только тем, что намотка производится без шпилек и витки укладываются плотно друг к другу.

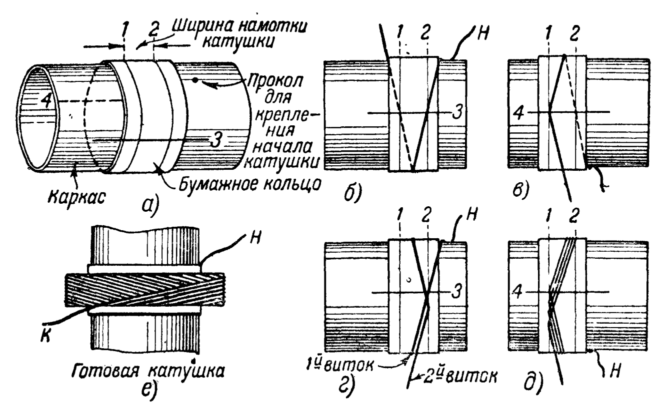
На каркас, предназначенный для катушки, накладывают в 2—3 слоя полоску бумаги таким образом, чтобы образовалось бумажное кольцо (фиг. 91,*а*). Ширина кольца должна быть немного больше ширины предполагаемой катушки. Чтобы оно не разматывалось, конец полоски укрепляют каплей клея.

Теперь нужно провести по окружности две параллельных линии *1* и *2*, которые будут являться границами катушки, и две диаметрально противоположные черточки *3* и *4*, необходимые для правильной укладки первых витков и для счета витков. Для закрепления начала катушки в каркасе делается прокол.

Укрепив начало катушки, провод переводится на кольцо с таким расчетом, чтобы он пришелся в точку пересечения разметочных линий *2* и *3* (фиг. 31, *б*), затем провод укладывают плотно на кольцо и наискось ведут к точке пересечения линий *1* и *4* (фиг. 91,*в*). Далее ведут к линии *2* — к началу первого витка. Получился один виток. Затем провод изгибают так, чтобы изгиб проходил через начало первого витка и прижимал бы его к кольцу (фиг. 91,*г*). Второй виток укладывают параллельно первому витку, вновь изгибают с противоположной стороны и далее ведут к началу. Дальнейшая намотка ведется таким же порядком: вращая каркас, провод уклады-

вается параллельно предыдущему витку, косыми переходами. В местах переходов провод изгибают и этим прижимают изгибы предыдущих витков к кольцу. При намотке нужно следить, чтобы изгибы витков не выходили за пределы линий *1* и *2* и располагались с противоположных сторон каркаса.

Самое трудное при намотке катушки «Универсаль» — это правильно уложить первые 8—10 витков. Укладка дальнейших витков несложна. Чтобы первые витки крепко держались на кольце, его поверхность нужно смазать клеем или лаком.



Фиг. 91. Намотка катушки типа „Универсаль".

Чтобы готовая катушка не рассыпалась, ее следует промазать лаком или расплавленным парафином.

Бумажное кольцо подкладывают для того, чтобы катушку можно было перемещать по каркасу и даже переносить на другой каркас. Для лучшего скольжения каркас под кольцом следует посыпать тальком, который можно купить в аптеке.

Если перемещение катушки не требуется, ее можно наматывать непосредственно на каркасе. С первого раза катушка не всегда получается красивой и даже рассыпается. Однако стоит только намотать несколько таких катушек, как они получатся не хуже катушек заводского производства.

У нашего читателя может возникнуть вопрос: зачем выдумали катушки такого сложного устройства? Не лучше ли их витки укладывать так, как наматывают нитки на катушки?

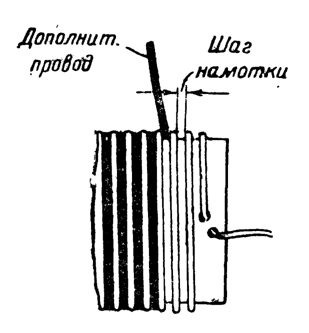
Дело в том, что поверхность проволоки двух соседних витков и слоев намотки образуют конденсаторы, диэлектриками которых служат изолирующие слои на проволоке и воздух

между витками. Эта емкость ухудшает работу катушек в приемниках. Особенно велика внутренняя емкость многослойных катушек, у которых проволока намотана, как в катушках с нитками. Из предыдущей беседы мы знаем, что емкость будет тем меньше, чем дальше находятся друг от друга два проводника, составляющие конденсатор. Увеличивая расстояние между соседними витками катушки, а также располагая витки рядов под углом друг к другу, мы уменьшаем ее внутреннюю емкость.

В коротковолновых катушках даже небольшая междувитковая емкость уже становится нежелательной. Уменьшить ее можно путем увеличения расстояния между витками, что достигается намоткой катушки принудительным шагом.

КАТУШКА С НАМОТКОЙ ПРИНУДИТЕЛЬНЫМ ШАГОМ

Этот способ намотки однослойной катушки отличается тем, что между витками катушки создается небольшой промежуток. Для этого на каркас наматывают одновременно два провода: основной и дополнительный. Диаметр дополнительного провода должен быть равен желательному расстоянию между витками (фиг. 92). Когда катушка намотана и концы основного провода закреплены, дополнительный провод осторожно снимают. В результате по всей длине намотки получаются равные промежутки между витками. Чтобы витки катушки не сползали с каркаса, до снятия дополнительного провода катушку промазывают лаком.



Фиг. 92. Намотка катушки принудительным шагом.

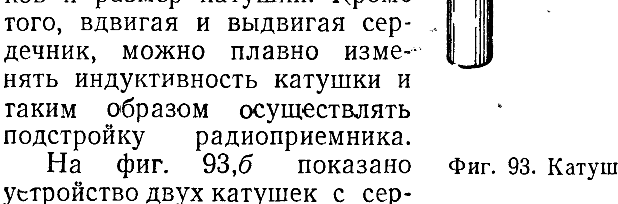
Такой способ намотки применим также для изготовления катушек из провода с попорченной изоляцией или даже из неизолированного провода. В этом случае вместо дополнительного провода можно использовать обыкновенную нитку № 10, которая остается на каркасе и препятствует соединению витков между собой.

КАТУШКИ С СЕРДЕЧНИКАМИ

Во многих современных радиоприемниках внутрь каркасов катушек помещают сердечники, изготовленные из мелко размолотой железной руды, смешанной с изолирующим лаком

и другими веществами. Сердечник прессуется под большим давлением. В зависимости от примесей к железной руде, такие сердечники называются альсиферовыми, магнетитовыми и карбонильными. Такой сердечник снабжается латунным винтом (фиг. 93,*а*), с помощью которого он может перемещаться внутри катушки (вдвигаться или выдвигаться).

Катушки с сердечниками имеют в 2,5—3 раза большую индуктивность, чем такие же катушки без сердечников. Используя сердечник, можно значительно уменьшить число витков и размер катушки. Кроме того, вдвигая и выдвигая сердечник, можно плавно изменять индуктивность катушки и таким образом осуществлять подстройку радиоприемника.



Фиг. 93. Катушка с сердечником.

На фиг. 93,*б* показано устройство двух катушек с сердечниками, размещенных на общем каркасе. Катушка L_1 рассчитана для настройки на радиостанции средневолнового диапазона, а катушка L_2— для настройки на станции длинноволнового диапазона.

Катушки помещены в металлический экран, который препятствует распространению электрического и магнитного полей катушки за его пределы.

Разбивка катушек на секции уменьшает их внутреннюю емкость.

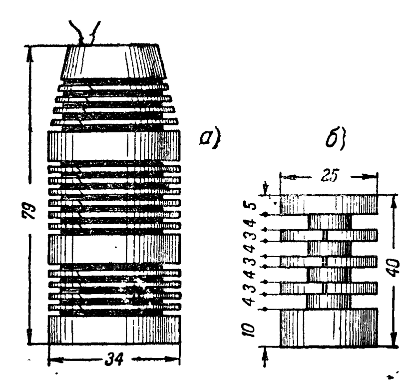
ДРОССЕЛИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Хорошая конструкция дросселя высокой частоты заводского изготовления показана на фиг 94,*а*. Его обмотка размещается в пазах деревянного цилиндрического каркаса.

Он содержит всего 4 900 витков провода ПЭ 0,08 *мм*, намотанных в 17 пазах-секциях.

Дроссель высокой частоты нетрудно сделать самому. Для этого из сухого дерева надо выточить или вырезать цилиндрический каркас по размерам, указанным на фиг. 94,*б*. Он должен иметь 4—5 кольцевых паза и один продольный паз на

глубину 6—8 *мм*. Продольный паз необходим для того, чтобы через него переводить провод из одной в другую секции. Каркас дросселя перед намоткой следует опустить в баночку с расплавленным парафином или пропитать лаком. Намотка дросселя производится проводом ПЭ 0,08—0,12 *мм*.



Фиг. 94. Дроссели высокой частоты.

После того как уложена часть витков в первую секцию, провод переводится через прорез в следующую секцию и наматывается в ту же сторону. По окончании намотки второй секции провод переводится в следующую и т. д. Распределение числа витков в секциях не имеет большого значения. Важно, чтобы общее число витков дросселя было не менее 1 800—2 000. Выводы дросселя делаются изолированным проводом диаметром 0,2—0,3 *мм*.

Беседа двенадцатая

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

В седьмой беседе мы уже упомянули, что электрическая цепь, составленная из конденсатора и катушки индуктивности, называется колебательным контуром. В нем при определенных условиях могут происходить ритмичные колебательные движения электронов. Поэтому он и называется колебательным контуром.

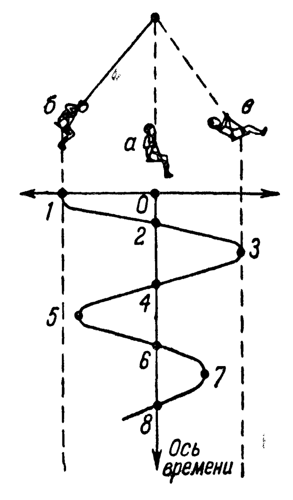
Колебательный контур является одной из существенных частей любого радиопередатчика и радиоприемника. Радиопередатчик с помощью колебательного контура создает токи высокой частоты, а радиоприемник с помощью колебательного контура настраивается в резонанс с частотой радиостанции.

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Нашим читателям очень хорошо знакомы такие колебательные системы (устройства), какими, например, являются качели или маятник часов. Многие из нас раскачивались на качелях так, что «дух захватывало».

Для этого нужно качели сначала подтолкнуть, а затем прикладывать некоторую силу в такт с их колебаниями. Мы знаем, что на качелях можно без большого труда добиться очень больших размахов колебаний — получить большие амплитуды колебаний.

Даже маленький мальчик может на качелях раскачать взрослого человека, если свою силу мальчик будет прикладывать умеючи. Но стоит прекратить сообщать качелям дополнительную энергию, — они покачаются немного и придут в состояние покоя.



Фиг. 95. Качели и графическое изображение их движения.

Рассмотрим подробнее, как и почему качаются (колеблются) качели. Изобразим эти колебания графическим способом.

В положении *а* (фиг. 95) качели находятся в спокойном состоянии (точка *0* на графике).

Под действием приложенной силы качели пришли в положение *б* (на графике точка *1*), запасаясь определенной энергией. Опустив качели, они немедленно устремятся к положению покоя (точка *2*). Но когда они окажутся в положении покоя, то остановиться сами собой уже не смогут, ибо их первоначальный запас энергии преобразовался в энергию движения. Вследствие этого они пролетят до положения *в* (на графике точка *3*). В положении *в* качели на мгновение остановятся и сейчас же вновь устремятся к положению покоя, вновь проскочат его (точка *4*) налево, остановятся на мгновение в положении *б* (на графике точка *5*) и т. д.

Если качели не будут получать дополнительную энергию — толчки от постороннего человека или самого качающегося, они покачаются немного и остановятся в положении покоя.

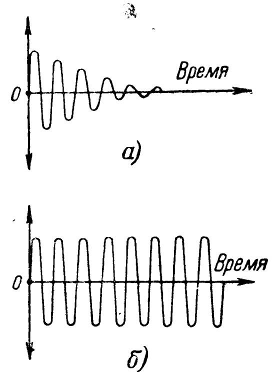
Если во время первых периодов амплитуды колебаний были большими, то в следующие периоды они становятся меньше и, наконец, совсем затухают [1].

Такие колебания называют свободными колебаниями. Свободные колебания всегда являются затухающими колеба-

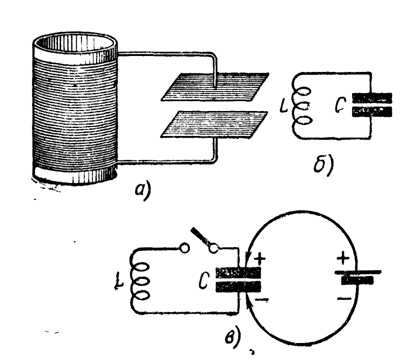
[1] Напоминаем, что период—это время, в течение которого происходит одно полное колебание.

ниями; графически их изображают так, как показано на фиг. 96,*а*.

Как долго будут длиться свободные колебания? Это зависит от запасенной энергии и условий, в которых находится колебательная система. Если запас энергии большой, а силы, стремящиеся приостановить движение качелей, малы (нет за-



Фиг. 96. Графическое изображение затухающих и незатухающих колебаний.



Фиг. 97. Колебательный контур.

еданий, качели ни за что не задевают), колебания будут длиться дольше.

Если же качели подталкивать в такт с колебаниями, т. е. пополнять потери, создадутся незатухающие колебания, которые будут длиться до тех пор, пока не перестанет действовать подталкивающая сила. График незатухающих колебаний показан на фиг. 96,*б*.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В КОНТУРЕ

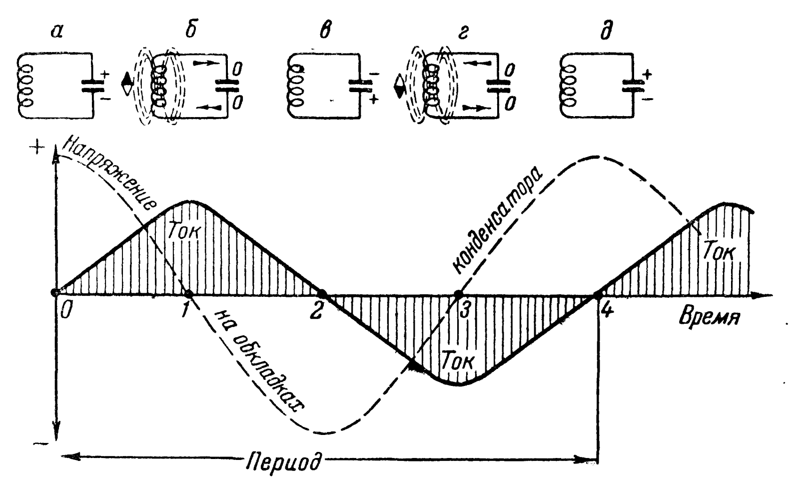
Устройство простейшего колебательного контура и его схема показаны на фиг. 97,*а* и *б*. Чтобы заставить электроны колебаться в таком контуре, их нужно прежде всего «подтолкнуть».

Давайте отключим от катушки конденсатор и присоединим к его обкладкам батарею гальванических элементов.

Конденсатор зарядится до напряжения батареи. Теперь отключим батарею, а конденсатор замкнем на катушку. То, что будет происходить в контуре после того, как мы присоединим

заряженный конденсатор к катушке индуктивности, показано на фиг. 98.

В первый момент *а* на верхней обкладке конденсатора будет недостаток электронов (+), а на нижней их избыток (—). На графике этот момент отмечен точкой *0*. Поскольку катушка намотана из проводника, электроны с отрицательной обкладки устремятся через катушку туда, где их недостаток. Конденсатор начнет разряжаться на катушку — в контуре бу-



Фиг. 98. Электрические колебания в контуре.

дет возрастать ток. Этот ток, как нам известно, образует магнитное поле. Когда конденсатор полностью разрядится (точка *1*), ток, казалось бы, должен прекратиться Но мы знаем, что исчезающее магнитное поле будет индуктировать в катушке ток того же направления до тех пор, пока энергия магнитного поля полностью не израсходуется. Под воздействием э. д. с. самоиндукции электроны будут продолжать перемещаться с нижней обкладки через катушку на верхнюю обкладку конденсатора. В момент *2*, когда исчезнет магнитная энергия, конденсатор окажется перезаряженным. Электроны, остановившись на миг, начнут обратное движение с верхней обкладки конденсатора через катушку на нижнюю обкладку конденсатора. В точке *3* конденсатор вновь разрядится и вследствие действия э. д. с. самоиндукции опять начнет перезаряжаться. В момент *4* мы получим точно такое же

состояние контура, которое было в момент *0*. Произошло одно полное колебание. Разумеется, заряженный конденсатор вновь будет разряжаться по только что описанному закону, произойдет второе, за ним третье колебание и так далее. По существу в контуре возникнет переменный электрический ток.

Не следует думать, что колебательный процесс в контуре будет бесконечным — нет. В природе вечных двигателей быть не может. Колебания в контуре будут продолжаться до тех пор, пока не израсходуется вся энергия, запасенная конденсатором от батареи на преодоление сопротивления катушки.

Описанные колебания в контуре являются свободными и, следовательно, затухающими. В контуре можно получить незатухающие колебания, если в такт с каждым колебанием его пополнять новыми порциями электрической энергии. Затухающие и незатухающие электрические колебания в контуре изображают графически так же, как колебания механические (фиг. 96).

Откуда же получает первоначальный заряд конденсатор контура в детекторном приемнике? Ведь он не имеет батарей. Конденсатор колебательного контура детекторного приемника получает первоначальный заряд от антенны, в которой радиоволны возбуждают ток высокой частоты. Он же и поддерживает колебания в контуре.

СОБСТВЕННАЯ ЧАСТОТА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА

Проведите простой опыт: возьмите нитку длиной примерно в 1,5 *м*, привяжите ее одним концом к высокому предмету (например, к наличнику двери), а к другому концу привяжите грузик. Получится простейший маятник. Отведите грузик и отпустите, т. е. создайте свободные колебания грузика. Возьмите часы с секундной стрелкой и определите, сколько полных колебаний совершит ваш маятник за 1 мин. Получится примерно 25—30 колебаний. Значит, период равен 2—2,5 сек. Какой бы мы ни создавали первоначальный размах, частота колебаний все равно будет одинакова. Стоит только укоротить нитку, как частота колебаний возрастет. При определенной длине нитки всегда будет одна и та же частота колебаний. Это и есть собственная частота нашей колебательной системы. При большой длине нитки колебания будут медленными, редкими, а при более короткой — быстрыми, частыми. Чтобы получить заданную частоту колебаний, необходимо подобрать определенную длину нитки.

Другим примером может быть струна музыкального инструмента: при определенной ее массе и натяжении она колеблется с определенной частотой.

Нечто подобное наблюдается и в колебательном контуре. Чем больше число витков и диаметр катушки, тем больший путь предстоит проделать электронам от одной обкладки конденсатора к другой. Значит, больше потребуется времени для одного колебания, собственная частота контура будет меньше. С уменьшением индуктивности уменьшается период, возрастает частота контура.

Собственная частота контура зависит и от емкости конденсатора. Чем больше емкость, тем больший заряд он может накопить. Следовательно, потребуется больше времени для перезарядки конденсатора. Собственная частота контура при увеличении емкости будет уменьшаться, а с уменьшением емкости увеличиваться.

Итак, собственную частоту контура можно изменять или изменением данных катушки, или изменением емкости конденсатора. На практике используют то и другое.

В колебательном контуре приемника возникнут наибольшие колебания в том случае, если его собственная частота совпадает с частотой тока в антенне. Тогда антенные токи будут подзаряжать конденсатор в такт с собственными колебаниями контура, когда контур настроен в резонанс с частотой этого тока.

ТИПЫ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ КОНТУРОВ

Мы разобрали наиболее простой вид колебательного контура — так называемый замкнутый контур. Для настройки колебательного контура в резонанс на желательную частоту волны он устраивается так, чтобы можно было изменять его частоту одной его частью или обеими частями. На фиг 99,*а* мы для большей наглядности повторили рисунок простейшего колебательного контура. В нем емкость и индуктивность постоянные, не меняющиеся. Такой контур пригоден для приема одной (фиксированной) волны, т. е. принимает только ту станцию, на частоту которой настроен контур.

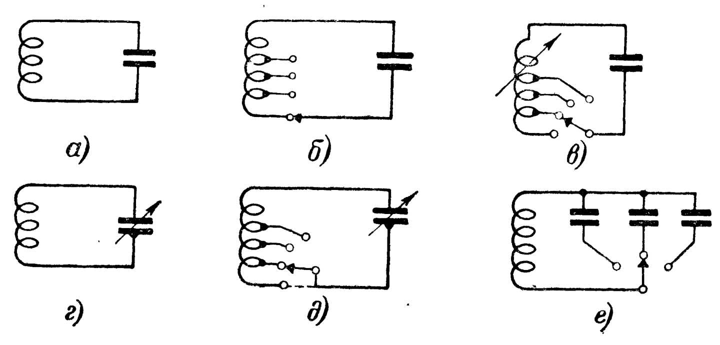
Настройка контура, показанного на фиг. 99,*б*, осуществляется только переключением секций катушки при постоянной емкости. Таким контуром не всегда можно добиться точной настройки на нужную станцию.

В контуре на фиг. 99,*в* грубая настройка осуществляется переключением отводов секций статорной катушки вариометра,

а плавная — вращением роторной катушки вариометра. Стрелка, пересекающая катушку, показывает, что катушка обладает переменной индуктивностью.

В контуре на фиг. 99,*г* частота изменяется с помощью переменной емкости. Такой контур может быть настроен в сравнительно узком диапазоне волн, и для его расширения требуется смена катушек, имеющих различное число витков.

В контуре на фиг. 99,*д* применены катушка с отводами и конденсатор переменной емкости. Грубая настройка производится переключением секций катушки, а плавная — изменением емкости конденсатора. Переключатель часто включают таким образом, что конец катушки все время соединен с ползунком переключателя (соединение это показано пунктиром). В этом случае в работе контура принимают участие только те секции катушки, которые находятся между началом катушки (сверху) и тем контактом, на котором находится ползунок.



Фиг. 99. Разновидности замкнутого колебательного контура.

В контуре на фиг. 99,*е* мы имеем ряд постоянных конденсаторов различной емкости, присоединяемых к катушке при помощи переключателя. В этой схеме работает катушка и тот конденсатор, который включен в контур.

ОТКРЫТЫЙ КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

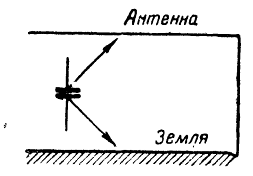
В детекторных приемниках приходится иметь дело с катушками и конденсаторами, присоединенными к антенне. Колебательные контуры, составленные из антенны и катушек с конденсаторами, называются **открытыми** или **антенными** контурами.

Читатели уже знают, что земля является довольно хорошим проводником. Над этим проводником, над землей, нахо-

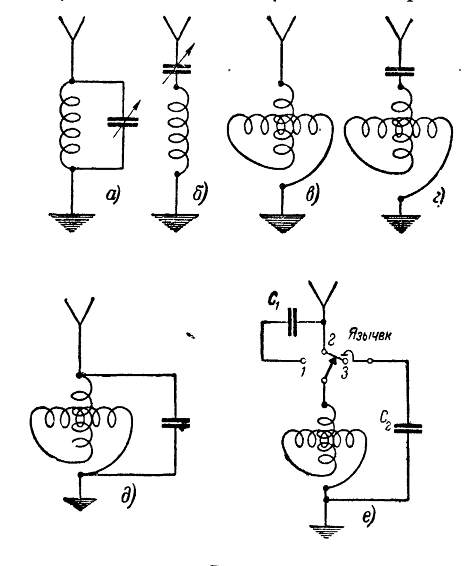
дится провод антенны. Оба эти проводника разделены изолятором — воздухом. Стало быть, антенна и земля представляют собой конденсатор, одной «обкладкой» которого является провод, а другой — земля (фиг. 100).

Антенну можно еще рассматривать, как неполный виток огромной катушки. Стало быть, антенна одновременно представляет собою и индуктивность.

Так как антенна обладает емкостью и индуктивностью, значит она является колебательным контуром. Чтобы настраивать этот контур на желаемую частоту, мы включаем между антенной и землей катушки индуктивности и конденсаторы,



Фиг. 100. Антенна обладает емкостью и индуктивностью.



Фиг. 101. Разновидности антенных контуров.

при помощи которых можем настраивать антенный контур в резонанс с различными частотами.

На фиг. 101,*а* и *б* показаны способы настройки антенного контура при помощи конденсатора переменной емкости. На фиг. 101,*а* мы имеем параллельное соединение переменного конденсатора с катушкой индуктивности, а вместе с тем и с емкостью антенны; на фиг. 101,*б* — переменный конденсатор включен последовательно с катушкой и последовательно с емкостью антенны.

В первом случае общая емкость контура всегда больше емкости антенны, а во втором — меньше ее. Поэтому при одной и той же антенне и катушке параллельное включение конденсатора дает настройку на более длинные волны, а последовательное — на более короткие волны.

Схемы фиг. 101,*в*, *г* и *д* показывают варианты знакомого нам способа настройки антенного контура при помощи вариометра.

Схема фиг. 101,*е* совмещает в себе три последние схемы, позволяя с удобством переходить от одной к другой при помощи переключателя. Когда переключатель стоит на контакте *1*, мы имеем схему фиг. 101,*г*. При этом получается настройка на относительно короткие волны. Если перевести переключатель на контакт *2*, будет включен один только вариометр — схема фиг. 101,*в*. Ток из антенны через конденсатор C_1 не сможет пройти. Он пойдет только по проводнику через контакт *2*, ползунок и вариометр. Наконец, при установке переключателя на контакт *3* получается настройка на самые длинные волны.

Здесь при помощи пружинящего «язычка» параллельно вариометру, а значит, и параллельно антенне включается постоянный конденсатор C_2.

Беседа тринадцатая

УСТРОЙСТВО И ДЕЙСТВИЕ ТЕЛЕФОНА

Существуют два основных вида телефонных трубок: электромагнитные и пьезоэлектрические.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ТЕЛЕФОННАЯ ТРУБКА

Электромагнитная телефонная трубка — один из старейших электротехнических приборов, почти без изменения сохранивший свои основные черты до наших дней.

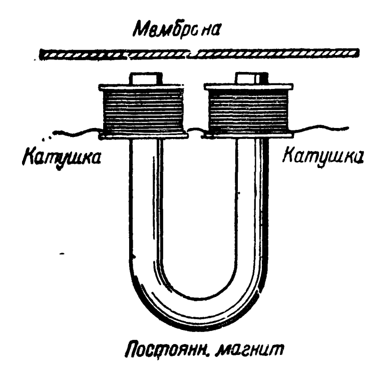
Схематическое (упрощенное) устройство электромагнитной трубки показано на фиг. 102. На полюсы постоянного магнита подковообразной формы надеты две катушки с обмоткой из тонкой изолированной проволоки. Около концов полюсов находится тонкая жестяная пластинка — м е м б р а н а. Она не соприкасается с полюсами магнита. При прохождении через катушки телефонной трубки электрического тока звуковой частоты полярность магнитного поля катушки при одном направлении тока совпадает, а при другом противоположно полярности магнита. Поэтому колебания электрического тока то усиливают, то ослабляют магнетизм постоянного магнита. При этом мембрана то приближается к магниту, то отходит от него.

Другими словами, мембрана будет колебаться с частотой подводимого к катушкам электрического тока. От ее колебаний будет колебаться воздух, а колебания воздуха мы слышим как звук.

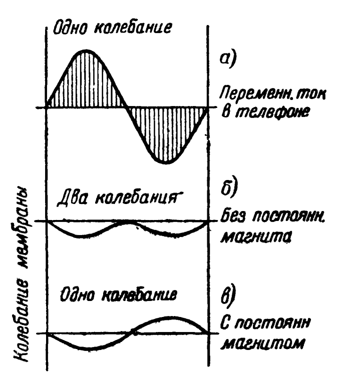
ЗАЧЕМ НУЖЕН ПОСТОЯННЫЙ МАГНИТ

С первого взгляда может показаться, что в телефоне не нужен постоянный магнит, а можно обойтись только катушками, надетыми на железную ненамагниченную подковку. Но это не так, и вот почему.

Дело в том, что электромагнит одинаково притягивает железо, идет ли через его катушки ток в одном направлении или в другом. Когда же ток прекращается, он перестает притягивать. Поэтому, если в телефоне не будет постоянного магнита, то за один период мембрана телефона притянется, отойдет обратно, снова притянется и отойдет обратно, т. е. сделает два колебания (фиг. 103). Если частота переменного тока будет 500 *гц*, то мембрана телефона сделает не 500, а $500 \times 2 = 1\,000$ колебаний, и звук будет выше нормального.



Фиг. 102. Схематическое устройство электромагнитной телефонной трубки.



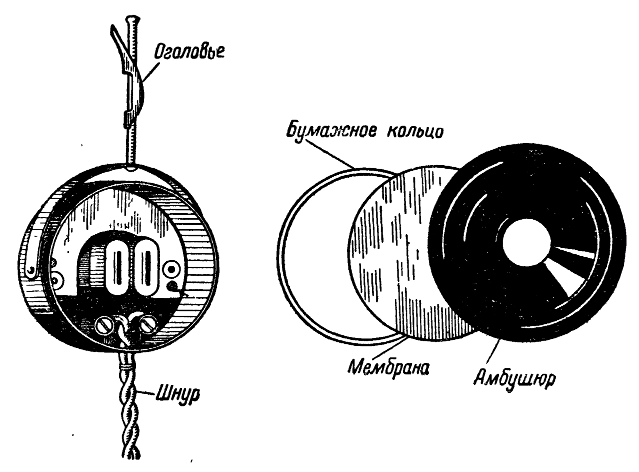
Фиг. 103. Телефон с постоянным магнитом дает правильное воспроизведение звука; без постоянного магнита получаются колебания мембраны удвоенной частотой.

При постоянном магните картина будет иная. При одном направлении тока мы получим усиление магнетизма — уже притянутая мембрана притянется еще больше, а при прохождении тока в другом направлении мы будем иметь ослабление

магнетизма и притяжения мембраны — последняя отойдет от магнита. Следовательно, за один период тока мембрана сделает только одно колебание (фиг. 103,*в*). Иначе говоря, телефон будет правильно, без искажений преобразовывать электрические колебания в звуковые.

ТИПЫ ТЕЛЕФОННЫХ ТРУБОК

Так называемые «радионаушники» состоят из двух телефонных трубок, прикрепленных к оголовью — металлической дуге, при помощи которой трубки хорошо прилегают к ушам. Отвинтим крышку с отверстием в одной из электромагнитных трубок и рассмотрим ее устройство (фиг. 104). Как видите,



Фиг. 104. Устройство электромагнитной трубки.

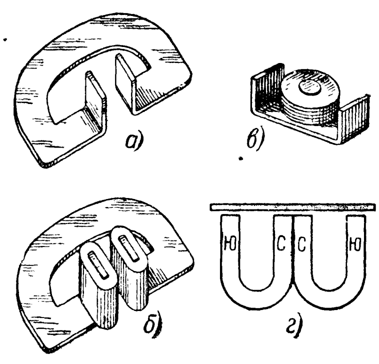
телефонная трубка состоит из круглой коробки, крышки с отверстием (а м б у ш ю р а), мембраны — круглой жестяной пластинки, бумажного кольца — прокладки между мембраной и краем коробки телефона. Внутри коробки находится магнитная система телефона, к катушкам которой присоединены концы шнура. Этим шнуром мы включаем телефон в приемник.

Магнитная система телефона (фиг. 105) бывает двух типов: с двумя или с одной катушкой.

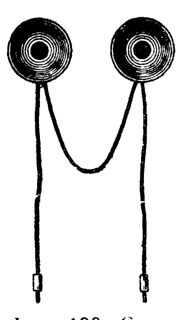
При двух катушках подковообразный магнит имеет загнутые вверх концы, на которые надеваются катушки. На фиг. 105,*а* показан магнит, а на фиг. 105,*б* — магнит с надетыми на него катушками.

На фиг. 105,*в* показана магнитная система с одной катушкой. Здесь магнит состоит как бы из двух магнитов, соединенных посредине одинаковыми полюсами, что поясняется фиг. 105,*г*.

На катушки телефона намотано несколько тысяч витков очень тонкой проволоки диаметром 0,05—0,08 *мм* Увеличение числа витков катушки повышает чувствительность телефона. Электромагнит будет тем сильнее, чем больше ток, проходящий по обмоткам, и чем больше в них витков. Чувствительностью телефона называют его способ-



Фиг. 105. Два типа магнитной системы телефона.



Фиг. 106. Соединение двух трубок головного телефона.

ность отзываться на очень слабые колебания тока. Чем слабее колебания, на которые отзывается телефон, тем он чувствительнее. А так как нам важно слышать именно слабые колебания, то мы заботимся о том, чтобы на катушках было больше витков. Катушки обеих трубок соединяются телефонным шнуром последовательно Если размотать скрученный шнур, то соединение трубок будет иметь вид, показанный на фиг. 106.

Различают два типа телефонов, отличающихся данными обмоток: телефоны низкоомные — с меньшим числом витков, и высокоомные — с бóльшим числом витков.

Омами в электро- и радиотехнике измеряют электрическое сопротивление (подробнее об этом скажем в дальнейшем); сопротивление телефонов примерно характеризует их чувствительность.

Высокоомный телефон имеет большую чувствительность, а следовательно, лучше отзывается на слабые колебания. Для

детекторных приемников нужно применять телефонные трубки сопротивлением примерно от 750 *ом* до 2 000 *ом* каждая, т. е. высокоомные трубки. Сопротивление телефонной трубки обычно указывается на ее коробке. В случае использования телефонных трубок сопротивлением в 200—300 *ом* громкость работы детекторного приемника будет несколько слабее. Трубки от телефонных аппаратов обычно имеют сопротивление всего по нескольку десятков ом, так как их катушки намотаны сравнительно толстым проводом и имеют небольшое число витков.

Такие трубки, без перемотки их катушек, для детекторного приемника непригодны. Для того чтобы убедиться в исправности телефона, его надевают на уши и, слегка смочив металлические ножки на конце шнура, касаются ими друг друга. При этом в телефоне должен быть слышен легкий треск. Чем сильнее этот треск, тем больше чувствительность телефона. Треск получается потому, что смоченные ножки телефона представляют собой очень слабый источник тока.

Более грубое испытание состоит в том, что ножками телефона касаются полюсов батарейки для карманного электрического фонарика. При включении телефона на батарейку и при выключении будут слышны резкие щелчки.

РЕГУЛИРОВКА ТЕЛЕФОНА

Наилучшая чувствительность телефона будет в том случае, когда его мембрана находится возможно ближе к магнитной системе, но не лежит на ней. Это достигается подбором нужной толщины бумажного кольца (фиг. 104), прокладываемого между мембраной и корпусом трубки. Регулировать телефон нужно очень осторожно, чтобы не погнуть его мембрану.

В некоторых телефонах мембрана укреплена непосредственно на крышке трубки. Отвертывая или завертывая крышку, можно найти такое расстояние между магнитной системой и мембраной, когда будет наибольшая громкость. Это положение крышки закрепляют специальным имеющимся на крышке крепящим кольцом.

ТЕЛЕФОННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬ И РАБОТА С НИМ

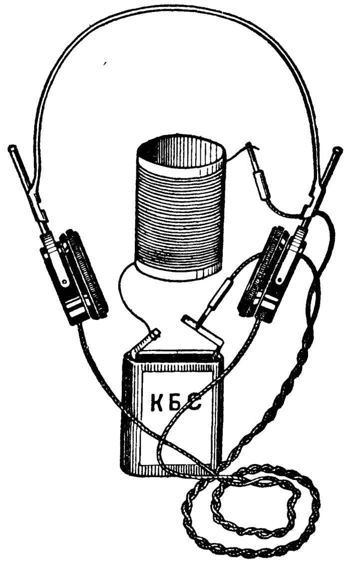
Имея карманную батарейку и телефон, можно составить испытатель электрических цепей, который позволяет определить, имеется в цепи электрическое соединение, или нет. Например, можно определить, нет ли в катушке обрыва. Соеди-

няем одну ножку телефона с одним полюсом батарейки, а вторую с одним концом катушки. Вторым концом катушки прикасаемся к свободному полюсу батарейки (фиг. 107). Если катушка исправна, то через ее витки должен итти ток. В момент включения и выключения тока получится резкий щелчок в телефоне. Если в обмотке катушки обрыв — ток не пойдет и щелчка в телефоне не будет.

В случае нескольких обмоток в катушке таким образом проверяется каждая из них.

Этот простой прибор может принести большую пользу в практике радиолюбителя.

Сначала испытывается сам испытатель. Для этого прикасаются обеими вилочками к полюсам батарейки. При этом в телефоне будет слышен довольно сильный щелчок. Если щелчка не будет, мы имеем либо полностью разряженную батарейку, либо неисправный телефон. При исправном телефоне щелчок будет слышен с одинаковой силой как при касании вилочки, так и при отнимании ее.



Фиг. 107. Проверка катушки с помощью телефонного испытателя.

Этим же испытателем можно проверить и конденсаторы.

При испытании вполне исправного конденсатора, при первом замыкании цепи испытателя будет слышен довольно сильный щелчок. Чем больше емкость конденсатора, тем больше сила первого щелчка. При последующих касаниях сила щелчков уменьшается и щелчки становятся едва слышными; при размыкании же цепи щелчков не будет. У конденсаторов малой емкости ток заряда очень мал, а поэтому щелчок будет очень слаб или совсем его не будет.

Если же при испытании конденсатора будут слышны щелчки (хотя бы и слабые) и при размыкании цепи, это укажет на плохую изоляцию конденсатора.

Если конденсатор неисправен — пластины его соединены между собой, будут слышны сильные щелчки как при присоединении испытателя, так и при его отсоединении.

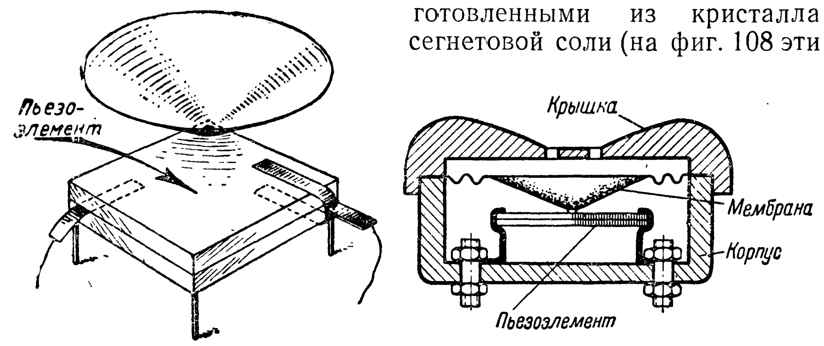
Если есть подозрение, что имеется короткое замыкание между пластинами переменного конденсатора, к его зажимам присоединяют один конец от трубки и один полюс батарейки и вращают ось конденсатора. В месте касания пластин в телефоне появится треск; треск повторится при прекращении касания. Определив приблизительно место замыкания, осматривают конденсатор, находят место касания пластин и подгибанием их ножом (либо подвертыванием установочного винта) устраняют неисправность.

Отметим, что исправность батарейки телефоном определить нельзя, так как он будет давать сильный щелчок и при разрядившейся батарейке, уже неспособной накаливать нить лампочки.

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЕЛЕФОННАЯ ТРУБКА

По внешнему виду пьезоэлектрическую трубку трудно отличить от электромагнитной, но внутреннее устройство их разное.

Устройство пьезотрубки показано схематически на фиг. 108. Вид трубки в разрезе дан на фиг. 109. Электромагнитная система в ней заменена двумя очень тонкими пластинками, изготовленными из кристалла сегнетовой соли (на фиг. 108 эти



Фиг. 108. Схематическое устройство пьезоэлектрической трубки.

Фиг. 109. Пьезоэлектрическая трубка (вид в разрезе).

пластинки показаны толстыми для наглядности). Пластинки склеены между собой и имеют от двух противоположных уголков выводы — полоски из фольги. Одна полоска соединяется с внутренними поверхностями пластинок, а другая с наружными поверхностями. Эти полоски через болтики соединяются со шнуром, служащим для включения в приемник.

Склеенные пластинки называются **пьезоэлементом**. Он тщательно заклеен в целлулоид.

Пьезоэлемент укреплен наглухо тремя своими углами внутри коробки в точках, показанных на фиг. 108. Четвертый угол остается на весу; к нему приклеена конусообразная мембрана, изготовленная из алюминиевой фольги (такая, как мембрана патефона).

Если подвести к выводам пьезоэлемента переменное электрическое напряжение, элемент будет вибрировать (колебаться) с частотой этого тока. Это его свойство называют пьезоэлектрическим эффектом. Колебания пьезоэлемента передаются мембране, которая превращает эти колебания в звук. Пластинки пьезоэлемента представляют собой еще и конденсатор постоянной емкости. Поэтому-то при использовании пьезотрубки в детекторном приемнике блокировочный конденсатор не нужен.

Пьезоэлектрическая трубка имеет несколько большую чувствительность, чем электромагнитная, а поэтому прием будет громче. В этом ее преимущество. К ее недостаткам прежде всего нужно отнести хрупкость пьезоэлемента. Такая трубка боится ударов, сырости, высокой температуры. Разбитый или испорченный пьезоэлемент не поддается восстановлению.

Беседа четырнадцатая

ДЕТЕКТОРЫ

Детектор состоит из двух различных проводников, соприкасающихся друг с другом. Одним из проводников обычно служит впаянный в металлическую чашечку кристалл, например кремний, свинцовый блеск, цинкит. Второй проводник представляет собой пружинящую пластинку или тонкую спираль из серебра, меди, стали и т. д., соприкасающуюся с поверхностью кристалла.

Кристалл и соприкасающийся с ним проводник называются детекторной парой.

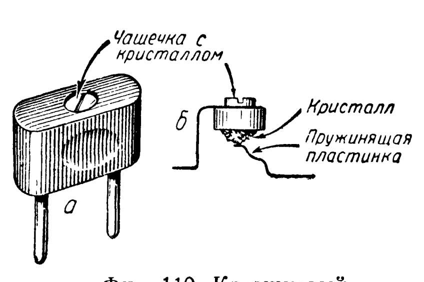
В этой беседе мы расскажем об устройстве наиболее распространенных детекторов, об их работе и о том, как самому сделать детектор.

КРЕМНИЕВЫЙ ДЕТЕКТОР

В настоящее время наиболее широкое распространение получил так называемый кремниевый детектор марки ДК (фиг. 110). Им снабжается большинство современных детекторных приемников и, в частности, приемник «Комсомолец».

Основанием детектора является штепсельная вилка, внутри которой замонтирована чашечка с впаянным в нее кристаллом и латунная (или бронзовая) пружинящая пластинка.

Донце чашечки с кристаллом помещается в отверстии верхней части вилки и одновременно соединяется с одной из ее ножек. Пружинящая пластинка одним концом соединена со второй ножкой вилки, а другим концом прижимается к кристаллу. Контакт между кристаллом и пластиной обладает односторонней проводимостью электрического тока.



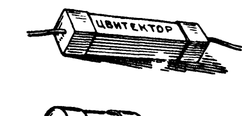
Фиг. 110. Кремниевый детектор.
а — внешний вид и *б* — внутреннее устройство.

Чувствительная точка этого детектора устанавливается на заводе. Но в случае, если под влиянием сильных толчков или грозовых разрядов детектор станет работать хуже, его работоспособность может быть восстановлена поворотом чашечки. Для этого в донце чашечки имеется шлиц (углубление для отвертки).

Этот тип детектора имеет ряд достоинств: у него весьма устойчива чувствительная точка, он обеспечивает достаточно громкую работу приемника, удобен в обращении, его кристалл не пылится.

ЦВИТЕКТОР

Так называется детектор с постоянной чувствительной точкой, разработанный в свое время Центральной военно-инженерной радиолабораторией (ЦВИРЛ), по имени которой его и называют «цвитектором».



Фиг. 111. Цвитекторы.

Цвитектор представляет собой круглую или прямоугольного сечения трубочку (фиг. 111), внутри которой имеется пара, образуемая медным проводником и слоем окиси на нем.

Основное достоинство цвитектора заключается в том, что его чувствительная точка не «сбивается» даже при сильных толчках.

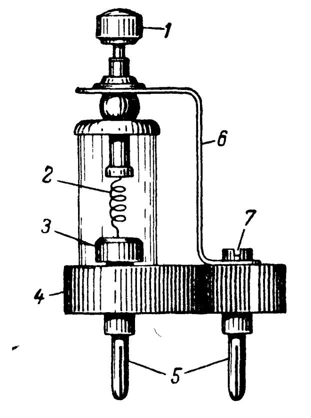
Цвитектор монтируется непосредственно в приемник с помощью двух проволочек, выходящих из его концов.

Чувствительность различных цвитекторов бывает различна, но в большинстве случаев она несколько меньше чувствительности кремниевого или описываемого ниже галенового детекторов. Поэтому громкость работы приемника с цвитектором в большинстве случаев будет немного слабее, чем с указанными детекторами. В этом его недостаток.

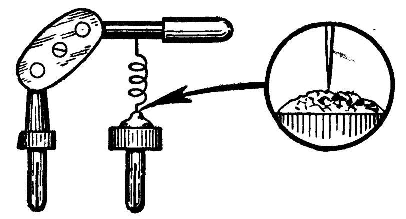
ГАЛЕНОВЫЙ ДЕТЕКТОР

Галеновый детектор в свое время был наиболее популярным и использовался во всех детекторных приемниках. В настоящее время наша промышленность такие детекторы не выпускает. Несмотря на это, мы расскажем об устройстве галеновых детекторов, потому что они могут встретиться радиолюбителям.

Основными частями галенового детектора являются искуственный кристалл свинцового блеска в паре со стальной, медной или серебряной спиральной пружинкой.



Фиг. 112. Галеновый детектор закрытого типа.



Фиг. 113. Галеновый детектор открытого типа.

На фиг. 112 изображена закрытая конструкция галенового детектора, смонтированного на изолирующей колодке, снабженной пружинящими ножками для вставления его в гнезда приемника. Он снабжен стеклянным колпачком, защищающим кристалл от пыли.

На фиг. 112 обозначены: *1* — ручка для передвижения пружинки и ее острия для нахождения на кристалле чувствительной точки; *2* — спиральная пружинка; *3* — чашечка с кристаллом; *4* — изолирующая колодка; *5* — контактные ножки; *6* — пружинящая пластинка, сжимающая все части детектора; *7* — винт, укрепляющий пластинку *6*.

Уход за таким детектором несложен. Если поверхность кристалла со временем потеряла детектирующие свойства, то детектор разбирают, отвинчивая винт 7; при этом части детектора (над колодкой) рассыпаются. Далее отвинчивается чашечка, зажимающая кристалл. Кристалл можно повернуть и зажать неработавшей стороной, поскоблить острием ножа, а если имеется новый, заменить.

Кристалл боится грязи, и поэтому брать его можно только очень тщательно вымытыми руками, а еще лучше совсем не касаться руками, беря его чистыми щипчиками (пинцетом) или кончиками ножниц. Что касается пружинки, то ее конец нужно поддерживать хорошо заостренным, срезая его наискось острыми ножницами.

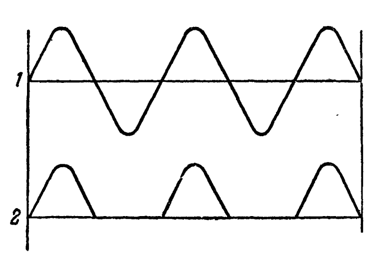
Теперь познакомимся с открытой конструкцией галенового детектора (фиг. 113). Он состоит из чашечки со впаянным кристаллом и рычажка со стальной спиралью, имеющих контактные ножки. Недостаток такого детектора в том, что кристалл быстро грязнится от пыли и от случайных прикосновений руками. От этого действие детектора ухудшается.

Кристалл галенового детектора рекомендуется время от времени протирать ваткой, смоченной в бензине.

Смена кристалла производится путем расплавления сплава, которым кристалл впаян, нагревая чашечку с кристаллом в кипящей воде. Вынув кристалл, его можно разломить или осторожно разбить и использовать свежую внутреннюю поверхность, получившуюся при изломе.

КАК РАБОТАЕТ ДЕТЕКТОР

Действие детектора основано на том, что он является **выпрямителем переменного тока**. Выпрямитель пропускает электрический ток только в одном направлении. Это свойство детектора используют для выделения тока звуковой частоты из модулированных колебаний высокой частоты.



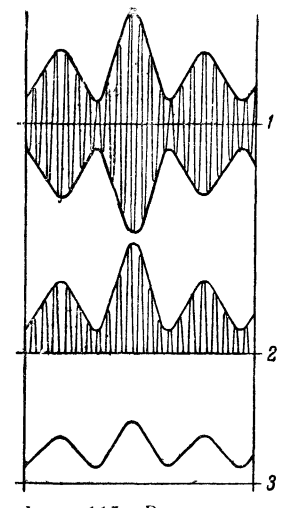
Фиг. 114. Выпрямление детектором переменного тока.

Мы знаем, что переменный электрический ток идет то в одном, то в другом направлении. Если мы пропустим переменный ток через выпрямитель, то получим пульси-

рующий ток, т. е. ток одного направления, но меняющийся по величине. Действие детектора можно сравнить с действием насоса, с помощью которого накачивают камеры футбольного мяча, велосипеда и т. д. Благодаря тому, что он пропускает воздух только в одном направлении, толчками — импульсами, и не пропускает воздух в другом направлении, мы успешно накачиваем камеры. На фиг. 114 показано, как переменный ток (кривая *1*) превращается, проходя через выпрямитель, в пульсирующий ток одного направления (кривая *2*).

Теперь посмотрим, что делается с модулированными колебаниями (фиг. 115, кривая *1*), проходящими через детектор.

Детектор «срезает» половины колебаний, оставляя импульсы только одного направления (фиг. 115, кривая 2).



Фиг. 115. Выпрямление детектором модулированных колебаний высокой частоты.

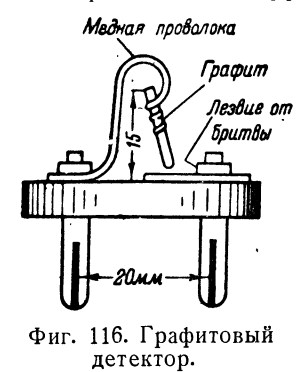
Эти импульсы заряжают блокировочный конденсатор, а он отдает телефону полученные им заряды, заполняя «провалы» между пульсациями. В результате через телефон идет «разговорный» ток звуковой частоты, подобный току, которым модулировались от микрофона колебания высокой частоты на передающей станции (кривая *3*, фиг. 115). Этот ток, проходя через телефон, заставит его звучать.

САМОДЕЛЬНЫЙ ГРАФИТОВЫЙ ДЕТЕКТОР

Его детекторную пару составляют кусочек графита от простого (не химического) карандаша длиной 15—20 *мм* и сталь — кусок незаржавленного лезвия от безопасной бритвы (фиг. 116).

Колодочка детектора выпиливается из прочного изоляционного материала. Длина колодочки должна быть 37—40 *мм*, ширина 12—15 *мм*, толщина 3—5 *мм*. Углы колодочки следует аккуратно опилить напильником и просверлить в ней два отверстия для ножек от штепсельной вилки. Расстояния между отверстиями должно быть равно 20 *мм*. Небольшой кусочек лезвия от безопасной бритвы зажимается под гайку правой ножки. Остро отточенный конец графита от карандаша дол-

жен соприкасаться с поверхностью лезвия и соединяться медной проволокой с другой ножкой детектора. Для этого вокруг



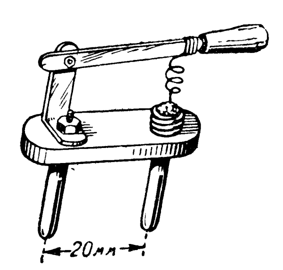
Фиг. 116. Графитовый детектор.

графита обматывают 3—4 раза голый провод, изгибают его петлей и свободный конец поджимают под гайку. Длина петли должна быть достаточной для того, чтобы графит можно было переставлять в любую точку лезвия. Нахождение чувствительной точки происходит перестановкой графита.

Такой детектор работает вполне удовлетворительно. Недостатком его является малая устойчивость чувствительной точки и необходимость частой заточки острия графита.

САМОДЕЛЬНЫЙ ГАЛЕНОВЫЙ ДЕТЕКТОР

Основанием такого детектора служит знакомая нам по графитовому детектору колодочка (фиг. 117). К одной ножке, под гайку, укреплена чашечка для кристалла, свитая из голого медного провода диаметром 1—1,5 *мм.*



Фиг. 117. Конструкция самодельного кристаллического детектора.

В чашечку плотно вставлен кристалл, обернутый фольгой. Рычажок состоит из двух полосок из любого металла, толщиной 1—1,5 *мм.* Стойка рычага в нижней части согнута под углом и укреплена на ножку детектора под гайку.

Обе части рычага скреплены болтиком через отверстия в них. Часть рычага, на которую крепится спираль и надевается деревянная ручка, должна быть спилена по краям напильником и заточена. Это необходимо для того, чтобы ручка, при ее надевании, не трескалась и хорошо держалась. Перед сборкой детектора все его части нужно хорошо отшлифовать мелкой наждачной бумагой.

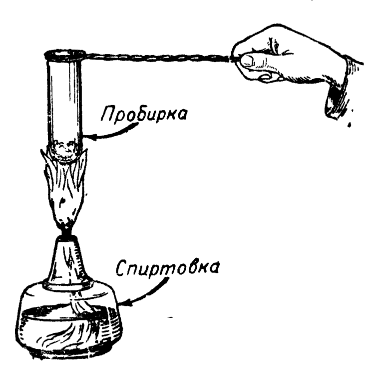
Спираль свивают из стальной балалаечной или гитарной струны на гвозде. Конец спирали, касающийся поверхности кристалла, должен быть совершенно острым. Его рекомендуется предварительно расплющить молотком, а потом срезать ножницами.

Рычажок должен опускаться и подниматься свободно и в то же время удерживаться в нужном положении. При этом спираль должна пружинить и только слегка касаться поверхности кристалла.

САМОДЕЛЬНЫЙ ГАЛЕНОВЫЙ КРИСТАЛЛ

Для изготовления галенового кристалла потребуется чистый свинец, сера в порошке (так называемый серный цвет — сера от спичек не пригодна) и пробирка.

Прежде всего нужно приготовить свинцовые опилки. Для этого кусок свинца нужно наскоблить ножом или напилить грубым напильником и смешать с серой. Примерная пропорция свинца и серы должна быть следующая: свинцовых опилок 20—30 *г*, серы 5—8 *г*. Если нет весов, можно смешивать порции, равные по объему, например, 1/2 наперстка свинцовых опилок и столько же серы. Смесь насыпают в стеклянную пробирку и слегка утрамбовывают деревянной палочкой. Затем пробирку прогревают на слабом огне спиртовки, керосинки или примуса. Чтобы не обжечь пальцы руки, к пробирке нужно приделать проволочную ручку (фиг. 118). Пока сера не расплавится, пробирку нужно нагревать на некотором расстоянии от огня, а затем поднести ближе к огню.



Фиг. 118. Пробирку подогревают на огне.

Когда смесь вспыхнет и накалится, пробирку снимают с огня и, держа в вертикальном положении, дают постепенно остыть.

Кристалл можно достать, только разбив пробирку.

Получившаяся масса похожа на шлак, имеющий в местах излома блестящую зернистую поверхность. Эта чистая, блестящая часть кристалла обладает хорошими детекторными свойствами.

Нужно заметить, что не всегда удается с первого раза получить кристалл хорошего качества. Если, например, нагрев пробирки производить на сильном огне, пробирка может лопнуть, а масса свинца с серой сгорит. Отчаиваться при неудаче не следует и опыт надо повторить.

Беседа пятнадцатая

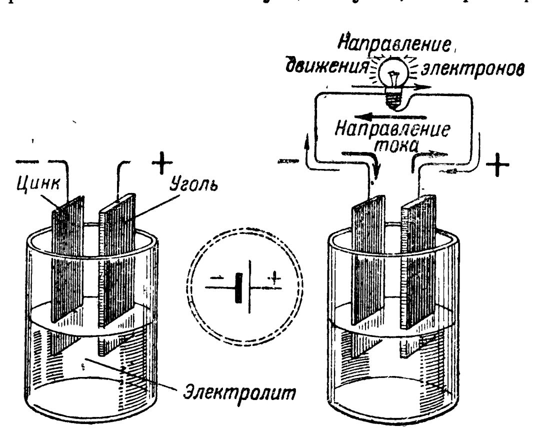
ЭКСКУРСИЯ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКУ

Рассматривая шаг за шагом детекторный приемник, мы имели возможность объяснить его действие без значительного углубления в область знания электрических и магнитных явлений.

В следующих беседах мы займемся изучением радиоприемников с электронными лампами. Это более сложные приемники, и поэтому, чтобы сознательно разобраться в их устройстве и работе, чтобы уметь хорошо строить такие приемники, — нужно более подробное знакомство с электротехникой. Поэтому для успеха в дальнейшей учебе и работе сделаем экскурсию в область электротехники.

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Наиболее простыми источниками электрической энергии являются гальванические элементы. Они бывают различных типов. Существуют, например, элементы, состоящие из угольных и цинковых пластинок, помещенных в банки с раствором нашатыря (фиг. 119). Пластинки называются электродами или полюсами элемента, а раствор— электролитом. В результате химического воздействия электролита на электроды элемента, цинковый электрод оказывается заряженным отрицательно, а угольный электрод положительно.



Фиг. 119. Простейший гальванический элемент.

Если соединить между собой электроды через лампочку проводниками (фиг. 119,*б*), образуется «мост», по которому электроны будут двигаться от минуса через проводники и лампочку к плюсу. Проводники с лампочкой называют внешней

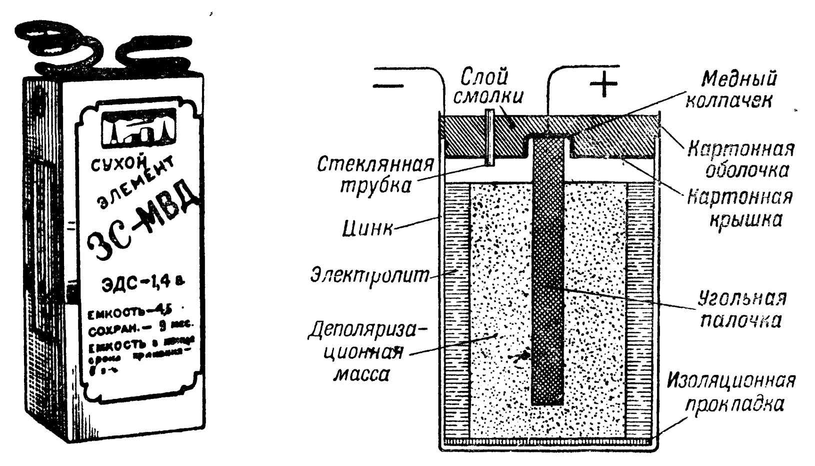
цепью. Химическая реакция будет происходить непрерывно, и по внешней цепи будут непрерывно двигаться электроны, т. е. будет проходить постоянный электрический ток.

Здесь нужно внести некоторую ясность в обозначение элементов. Существует некоторая несогласованность в условных обозначениях полюсов элемента на схемах. В технической литературе отрицательный полюс элемента обозначают короткой и толстой чертой, а положительный — длинной и тонкой чертой, в то время как в учебниках физики и ряде других книг полюсы обозначают наоборот: тонкой длинной — отрицательный, а короткой толстой — положительный. Мы будем придерживаться первого обозначения. Существует также несогласованность в понятиях: «направление движения электронов» и «направление электрического тока». Мы уже говорили, что электроны движутся от отрицательного полюса источника тока к положительному. Но в то же время принято считать, что ток идет от положительного полюса к отрицательному. Такое разногласие объясняется тем, что направление тока от положительного полюса к отрицательному было принято еще тогда, когда люди сравнительно мало знали об электричестве. Это условное понятие сохранилось в электротехнике и до сих пор. Но дело, в конце концов, не в условностях а в понимании сущности явлений, происходящих в электрических и радиотехнических приборах.

Продолжим прерванный рассказ о гальванических элементах.

На фиг. 120 показаны устройство и внешний вид так называемого сухого элемента. В качестве сосуда элемента здесь использована цинковая коробка прямоугольной или круглой формы, которая служит отрицательным полюсом. Внутри коробки помещается круглый угольный стержень — положительный электрод Коробка сухого элемента заполняется электролитом — раствором нашатыря, только в него добавляют крахмал или муку, которые придают электролиту вид пасты, делают его непроливающимся. Вследствие происходящих в элементе химических реакций происходит химическое растворение (разрушение) цинка электролитом, изменение химического состава электролита, а также разложение воды электролита. Получающийся вследствие разложения воды водород скопляется в виде мельчайших пузырьков на поверхности угольного электрода. Когда этих пузырьков скопляется много, они образуют как бы газовую пленку, препятствующую прохождению электрического тока от электролита к углю. Это явление носит название

поляризации элемента. Чтобы элемент мог продолжительное время нормально работать, необходимо каким-либо способом непрерывно уничтожать эти пузырьки водорода, или, как говорят, осуществлять деполяризацию элемента. В сухих элементах с этой целью угольный электрод помещается в мешочек из ткани, заполненный агломератом — порошкообразной смесью двуокиси марганца с графитом. Двуокись марганца содержит в себе большое количество



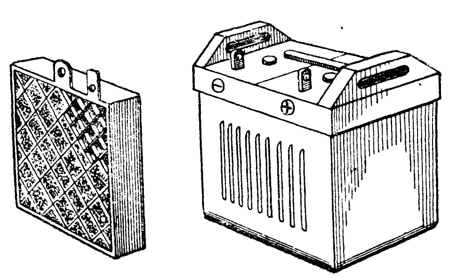
Фиг. 120. Сухой элемент.

кислорода, который легко вступает в химическое соединение с водородом на поверхности угля.

В результате этой реакции газовая пленка исчезает и снова образуется вода. Такие элементы называются сухими элементами стаканчикового типа с марганцевой деполяризацией.

Все части сухого элемента стаканчикового типа помещаются в картонную коробку, пропитанную изоляционным составом, закрываются картонной крышкой и заливаются сверху смолой. Чтобы положительный и отрицательный полюсы не соединялись между собой, на дне коробки имеется изоляционная прокладка. Сквозь смолу проходит тонкая стеклянная трубочка для выхода газов, выделяющихся вследствие химических реакций. Выводы от полюсов делают гибкими проводами. На картонную коробку наклеивают паспорт элемента (этикетку).

В качестве источников электроэнергии применяются также аккумуляторы (их называют иногда вторичными элементами). Различают кислотные (свинцовые) и щелочные аккумуляторы. Основными частями кислотного аккумулятора (фиг. 121) являются: 1) положительный электрод, представляющий собой несколько решетчатых свинцовых пластин, ячейки которых заполнены двуокисью свинца, 2) отрицательный электрод, представляющий собой несколько решетчатых пластин с губчатым свинцом, 3) эбонитовый, пластмассовый или стеклянный бачок (сосуд), в который помещены пластины, с крышкой, имеющей отверстия для полюсных выводов и для заливки электролита. Во избежание соприкосновения между положительными и отрицательными пластинами, между ними помещаются прокладки — сепараторы из решетчатого эбонита, стеклянного войлока, хлорвинила или из дерева. Щелочные аккумуляторы бывают двух типов: кадмиево-никелевые и железо-никелевые. Лучшими из них являются кадмиево-никелевые.



Фиг. 121. Пластина и внешний вид кислотного аккумулятора.

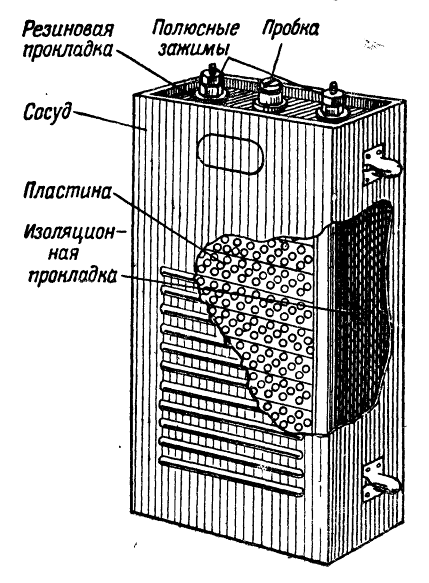
Щелочной аккумулятор представляет собой стальную никелированную плоскую коробку, внутри которой помещены (фиг. 122) положительные и отрицательные пластины, состоящие из «ламелей» (пакетов). Положительные ламели сделаны из стальной никелированной продырявленной ленты и содержат внутри «начинку», состоящую из гидрата окиси никеля с добавлением 20% графита. Перфорированная лента отрицательных пластин не отникелирована. «Начинка», содержащаяся внутри отрицательных пластин кадмиево-никелевых аккумуляторов, состоит из смеси порошкообразного кадмия, железа и их окислов.

«Начинка» отрицательных пластин железо-никелевых аккумуляторов состоит из порошкообразной смеси железа и его окислов, с небольшой добавкой окиси ртути или других специальных веществ.

Одноименные пластины свариваются между собой посредством «мостиков», к которым приварены выводные зажимы,

выходящие своими верхними концами через эбонитовые втулки поверх крышки аккумулятора.

Для заливки электролита в крышке аккумуляторного сосуда имеется отверстие с завинчивающейся пробкой. Пробка имеет два отверстия и резиновое кольцо, прикрывающее эти отверстия. Кроме того, пробка имеет резиновый сальник, обеспечивающий уплотнение между пробкой и крышкой аккумуляторного сосуда. Такая конструкция пробки должна обеспечивать выход газов из аккумулятора при его заряде и саморазряде, в то же время не допуская вытекания электролита при опрокидывании аккумулятора.



Фиг. 122. Щелочной аккумулятор.

Аккумуляторы без посторонней помощи не дают электроэнергии, а служат для накапливания электрической энергии, получаемой от другого источника. Их заряжают электроэнергией, приключая к источникам постоянного тока, т. е. к электросетям постоянного тока, динамомашинам, или к выпрямителям — устройствам, превращающим переменный ток в постоянный.

Два или большее число гальванических элементов или аккумуляторов, соединенных вместе, называются батарей.

Существуют еще и другие источники, вырабатывающие электрическую энергию. Но так как с ними наш юный читатель не будет сталкиваться вплотную, о них мы здесь говорить не будем.

НАПРЯЖЕНИЕ, СИЛА ТОКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ

Для того, чтобы электроны могли двигаться в проводнике, необходимо, чтобы какая-то сила гнала их, необходим напор. Сила эта называется электродвижущей силой или напряжением. Любой источник тока, например гальванический элемент, аккумулятор, создает электродвижущую силу, напряжение во внешней цепи. Если нет электродвижущей силы, нет напряже-

ния, а значит не может быть и тока. Элемент создает ток в цепи только тогда, когда мы соединим его электроды (или полюсы) проводником. По этому проводнику, как воду по трубе, электродвижущая сила погонит электроны, в проводнике появится электрический ток.

Чем больше будет напряжение, тем больше электронов пойдет по проводнику, тем сильнее будет ток. Но на величину тока в проводнике влияет не только приложенное к нему напряжение, она зависит еще от сопротивления проводника. Чем больше сопротивление проводника, тем меньший ток будет протекать по этому проводнику.

От чего зависит сопротивление? Мы уже знаем, что есть проводники и непроводники электричества. Но проводники имеют неодинаковую способность проводить ток, неодинаковую проводимость. Лучшими проводниками являются металлы, а из металлов почти наилучшим проводником является медь. Несколько большую проводимость имеет серебро. Поэтому иногда медные провода покрываются серебром. Другие металлы обладают меньшей проводимостью. Например, алюминиевые провода имеют проводимость в полтора раза меньшую, чем медные. Сопротивление является понятием, обратным проводимости. Чем лучше проводимость, тем меньше сопротивление. Итак, сопротивление прежде всего зависит от материала проводника.

Кроме того, сопротивление зависит от размеров проводника. Толстый проводник имеет меньшее сопротивление, тонкий — большее. Короткий имеет меньшее сопротивление, длинный — большее, так же, как широкая и короткая труба легче пропускает воду, чем тонкая и длинная.

ТЕПЛОВОЕ ДЕЙСТВИЕ ТОКА

Проходя по проводнику, электрический ток нагревает его. Нагревание тем больше, чем больше ток, чем больше сопротивление проводника и чем тоньше проводник. При сильном нагревании проводник может расплавиться и перегореть. На тепловом действии тока основано устройство электрических ламп накаливания, электропаяльников, нагревательных приборов. Чтобы накаленная током проволочка в электрической лампочке не окислялась и не сгорала ее делают из очень тугоплавкого металла, например вольфрама, и помещают в стеклянный сосуд, из которого выкачивается воздух.

Нагревание проводника током вызывает затрату электроэнергии.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

Количество протекающей по трубам воды мы можем измерить ведрами, литрами, кубическими метрами; напор измеряется метрами высоты, с какой идет вода. Точно так же существует возможность измерять ток, его электродвижущую силу и напряжение[1].

Электродвижущая сила и напряжение измеряются вольтами (сокращенное обозначение *в*).

Заметим, что новый, не бывший в употреблении сухой гальванический элемент дает напряжение около 1,5 *в*. По мере израсходования его энергии напряжение уменьшается. Элемент считается разряженным, когда его напряжение уменьшится до 0,7 *в*.

Кислотный аккумулятор сразу после его заряда дает напряжение 2,1 *в*, которое по мере израсходования запасенной в нем энергии уменьшается. Когда оно сделается равным 1,8 *в*, аккумулятор считается разряженным — его снова нужно заряжать.

Свежезаряженный щелочной аккумулятор имеет напряжение около 1,35 *в*. При разрядке оно быстро падает до 1,25 *в* и долго держится около этой величины. Когда напряжение, даваемое щелочным аккумулятором, снизится до 1,0—1,1 *в*, его считают разрядившимся.

Ток измеряется амперами[2] (сокращенное обозначение *а*), а сопротивление проводников—омами (сокращенно пишут *ом*).

Эти единицы измерения электрических величин подобраны таким образом, что при напряжении в 1 *в* по проводнику пойдет ток, равный 1 *а*, если сопротивление проводника равно 1 *ом*.

В радиотехнике часто приходится встречаться с миллиамперами (*ма*) и микроамперами (*мка*). Эти единицы служат для

---

[1] Напряжение в электрическом проводнике можно сравнить с напором воды в трубе, а ток (определяемый количеством электронов, проходящих через сечение проводника за единицу времени) можно сравнить с количеством воды, протекающей через сечение трубы за единицу времени. Пока гальванический элемент или аккумулятор не замкнут на внешнюю электрическую цепь, между его полюсами существует определенное напряжение, носящее название электродвижущей силы. Как только замкнется внешняя электрическая цепь, напряжение между полюсами сделается меньше электродвижущей силы.

[2] Слово „ток“ в электротехнике и в радиотехнике имеет два значения. Первое его значение — это обозначение явления движения электронов в проводнике. Второе его значение служит для оценки количества электричества (количества электронов), проходящего по проводнику в какой-либо промежуток времени. Говорят: большой ток, малый ток, ток в 1 *а*, ток в 100 *а*.

измерения слабых токов. Миллиампер — это одна тысячная доля ампера; микроампер — одна миллионная доля ампера.

В радиоприемниках и усилителях приходится пользоваться очень большими сопротивлениями, в один и больше миллионов омов. Сопротивление в 1 миллион омов носит название м е г о м (сокращенно пишут *мгом*).

Электрическая мощность измеряется в а т т а м и (*вт*). Мощность в ваттах мы получим, если умножим напряжение нашего источника в вольтах на ток в цепи в амперах. Например, если наш источник тока имеет напряжение 2 *в* и создаст в проводнике силу тока в 1 *а*, то получается мощность (2 *в* $\times$ 1 *а*), равная 2 *вт*.

Другая единица мощности — лошадиная сила, в 736 раз больше ватта. В электротехнике более употребительна единица мощности — киловатт (пишут *квт*), равный 1 000 *вт*.

Израсходованную энергию измеряют ватт-часами или киловатт-часами. Если мы расходуем мощность в 0,5 *квт* в течение 2 часов, то мы истратили энергию, равную $0{,}5 \times 2 = 1$ киловатт-часу. Также 1 киловатт-час получится, если расходовать 1 киловатт в течение часа, или 4 киловатта в течение $^{1}/_{4}$ часа и т. д., т. е. чтобы получить киловатт-часы или ватт-часы, мощность в киловаттах или ваттах нужно умножить на время в часах.

При работе с аккумуляторами и элементами говорят не об их мощности и энергии, а о разрядном и зарядном токе и о емкости, измеряемой в амперчасах. Если у нас есть аккумулятор емкостью в 400 амперчасов — это значит, что мы сможем получить от него ток (разряжать его) величиной в 1 ампер в течение 40 часов.

Измерение напряжений, токов и других величин производится приборами, которые носят названия, оканчивающиеся словом «метр», означающим «измеритель».

Напряжение измеряют в о л ь т м е т р о м; ток — а м п е р м е т р о м, м и л л и а м п е р м е т р о м и м и к р о а м п е р м е т р о м; сопротивление электрических проводников — о м м е т р о м, а мощность тока — в а т т м е т р о м.

Вольтметр всегда включается параллельно источнику тока или сопротивлению, на зажимах которого необходимо узнать напряжение. Амперметр же включается в разрыв цепи, по которой течет ток, чтобы учесть все количество проходящих через нее электронов. Омметр присоединяется к сопротивлению параллельно.

В цепи переменного тока на его величину влияет не только сопротивление самого проводника, определяемое свойствами материала, из которого он сделан, но и его **индуктивность** и **емкость**. Знакомясь со свойствами индуктивности и емкости, мы уже говорили, что индуктивность оказывает препятствие (сопротивление) переменному току тем большее, чем она больше и чем больше частота тока.

Единица индуктивности — **генри** (сокращенно *гн*) — также связана с силой тока.

Индуктивностью в 1 *гн* обладает такая катушка, у которой при изменении тока в 1 *а* в течение 1 сек. развивается э. д. с. самоиндукции, равная 1 *в*. Ею пользуются для определения индуктивности различных катушек, которые включаются в цепи низкой частоты. Однако в радиотехнической практике единица индуктивности 1 *гн* часто бывает слишком большой. Индуктивность катушек, используемых для настройки приемника, измеряется тысячными долями генри, называемых **миллигенри** (пишут *мгн*) или еще в тысячу раз меньшей единицей — **микрогенри** (*мкгн*).

Прямой проводник обладает сравнительно небольшой индуктивностью, а если его свернуть в катушку, его индуктивность увеличится и ток пойдет меньший. Емкость же, не пропускающая постоянного тока, пропускает переменный, и тем лучше, чем больше емкость и частота тока. Поэтому в цепях переменного тока различают так называемое **активное сопротивление**, определяемое свойствами материала проводника, и сопротивления **индуктивное** и **емкостное**, имеющие общее название **реактивных сопротивлений**.

ЗАКОН ОМА

Итак, электрическая цепь характеризуется: напряжением источника тока, питающего эту цепь, сопротивлением цепи и величиной тока, зависящей от первых двух величин.

Зависимость величины тока от напряжения и сопротивления выражается законом Ома, который формулируется так:

Ток в цепи прямо пропорционален напряжению, действующему в цепи, и обратно пропорционален ее сопротивлению[1].

---

[1] Этот закон справедлив по отношению к цепям, в которых течет постоянный ток, а также к цепям переменного тока, в которых отсутствуют катушки индуктивности и конденсаторы. При наличии последних ток зависит не только от сопротивления, но и от индуктивностей катушек и емкостей конденсаторов.

Математически эта зависимость записывается в виде простой формулы:

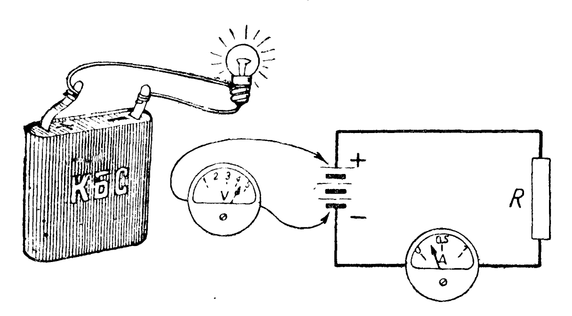
$$I = \frac{U}{R}.$$

Можно также написать:

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{или} \quad U = IR,$$

где I — ток, *а*;
U — напряжение, *в*;
R — сопротивление, *ом*.

Закон Ома — это один из основных законов электротехники. Зная любые две величины, можно всегда найти третью.



Фиг. 123. Схема электрического карманного фонарика.

Кто внимательно рассматривал лампочку для карманного фонаря, тот, вероятно, заметил на ее цоколе надпись: 3,5 *в*, 0,28 *а*. Эти цифры говорят, что лампочка будет нормально гореть при напряжении на концах ее нити 3,5 *в* и при этом через нее пройдет ток 0,28 *а* (фиг. 123).

Пользуясь приведенной выше формулой, можно узнать, каким сопротивлением обладает накаленная нить накала лампочки:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3{,}5\ в}{0{,}28\ а} = 12{,}5\ ом.$$

Сопротивление остывшей нити значительно меньше.

А какую мощность тока потребляет эта лампочка?

Умножив 3,5 *в* на 0,28 *а*, получаем около 1 *вт*.

При этом расчете мы не учитывали сопротивления соединительных проводников и, кроме того, сопротивления самого

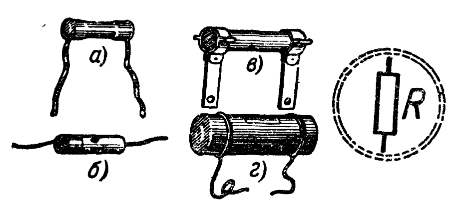
источника тока (так называемого его внутреннего сопротивления).

Обычно присоединение нагрузки, которой в данном случае является лампочка, производится довольно короткими проводами, имеющими очень маленькое сопротивление по сравнению с сопротивлением лампочки. Источник тока также имеет обычно небольшое сопротивление. Поэтому их сопротивления можно в данном случае не принимать во внимание при расчете. Однако всегда нужно помнить, что и провода и источник тока имеют сопротивление.

ТИПЫ СОПРОТИВЛЕНИЙ

В нашей работе придется очень часто встречаться с сопротивлениями величиной от нескольких ом до миллионов ом (мегом). Сейчас же мы познакомим наших читателей с внешним видом таких сопротивлений и их устройством.

На фиг. 124 показаны общие виды различных типов сопротивлений и их условное обозначение на схемах. Это так называемые постоянные сопротивления, величины которых мы не можем менять по своему желанию. В радиоаппаратуре применяются п р о в о л о ч н ы е и н е п р о в о л о ч н ы е сопротивления.



Фиг. 124. Типы постоянных сопротивлений, применяемых в радиоприемниках.

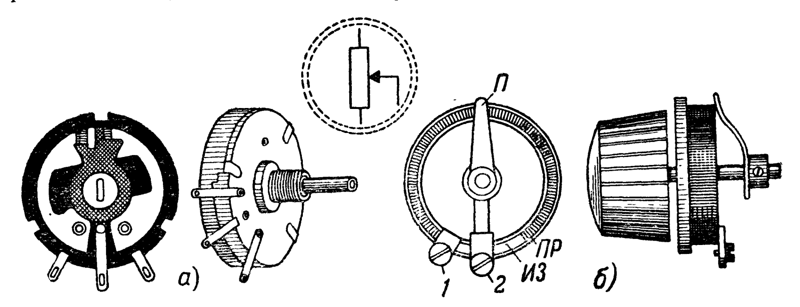
Для изготовления первых обычно используют проволоку, обладающую большим сопротивлением (никелиновую, нихромовую, константановую и др.). Проволочные сопротивления чаще всего имеют вид катушечек или трубочек, на которые намотана такая проволока. К числу проволочных сопротивлений относятся и так называемые остеклованные сопротивления (фиг. 124,*г*). Это фарфоровые трубочки с намотанным проводом и сверху покрытые слоем стекла.

На фиг. 124 показаны также непроволочные сопротивления. Лучшими из них являются наиболее распространенные в настоящее время сопротивления типа ВС (фиг. 124,*а*). Раньше выпускались сопротивления типа ТО (фиг. 124,*б*) и сопротивления СС типа Каминского (фиг. 124,*в*).

Сопротивления типов ВС и СС представляют собой фарфоровые трубочки, покрытые тонким слоем графита (угле-

рода), имеющего большое сопротивление. Сопротивление ВС монтируется в приемник с помощью проводников, а СС — с помощью латунных полосок (ножек), укрепленных на концах трубочек. Эти проводники, или ножки, являются выводами сопротивлений. В сопротивлениях типа ТО графитовый слой наносится на маленькую стеклянную трубочку, которая запрессовывается в пластмассу. Наружу выходят два проводника, которыми сопротивление соединяется в приемнике с другими деталями.

Величины сопротивлений типов ВС пишутся на самих сопротивлениях, а величины сопротивлений типов СС и Каминского выштамповываются на их выводных полосках. Величина сопротивлений ТО чаще всего обозначается так называемым условным «цветным кодом», который мы даем в конце книги (см. стр. 345). Нужно отметить, что многие сопротивления ТО, а также и сопротивления Каминского, с течением времени изменяют свою величину. В результате не всегда можно верить обозначенной на них величине.



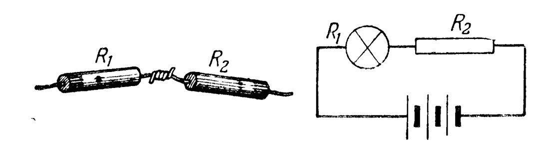
Фиг. 125. Переменное сопротивление и реостат накала.

На фиг. 125,*а* показано переменное сопротивление и его условное обозначение. Оно состоит из дужки из изоляционного материала, на поверхность которой нанесен слой углерода. По поверхности дужки может передвигаться при вращении оси ползунок. В зависимости от положения ползунка, сопротивление между средним и крайними выводами такого сопротивления изменяется.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

На фиг. 126 справа показана батарея, питающая лампочку, обозначенную как сопротивление R_1 (кружочком с крестиком внутри обычно обозначаются на схемах лампы накали-

вания). Один из проводников, которым присоединена лампочка к источнику тока, имеет значительное сопротивление; на схеме это показывается обозначением сопротивления R_2.



Фиг. 126. Последовательное соединение сопротивлений.

Положим, что напряжение батареи $U = 3$ *в*, сопротивление лампочки $R_1 = 12$ *ом* и сопротивление проводника R_2 тоже равно 12 *ом*. Соединение сопротивлений, показанное на фиг. 126, носит название последовательного соединения. При этом общее сопротивление цепи равно сумме этих сопротивлений, т. е. $R_{общ} = R_1 + R_2$.

Ток во всех точках цепи будет один и тот же. Если бы не было сопротивления R_2, мы имели бы через лампочку ток:

$$I = \frac{U}{R_1} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}\, a.$$

Но так как в цепи есть еще сопротивление R_2, то получится ток:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{3}{12 + 12} = \frac{1}{8}\, a.$$

При этом напряжение на лампочке уменьшается вдвое, так как вторая половина напряжения источника тока теряется, падает на сопротивление проводника R_2. Этим явлением пользуются, когда на потребителя энергии (в данном случае на лампочку) нужно подать меньшее напряжение, чем дает батарея, когда напряжение батареи слишком велико. В этом случае в цепь включают сопротивление такой величины, которое дает необходимое уменьшение напряжения на сопротивлении нагрузки. Такие сопротивления иногда называются гасящими. Они могут быть как постоянными, так и переменными. Переменные сопротивления называются также реостатами. С ними нам придется иметь дело в приемниках и усилителях, питаемых от батареи.

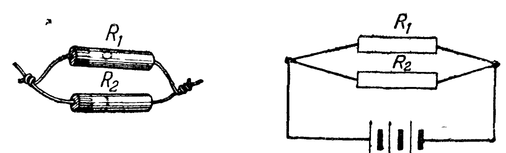
Одна из конструкций реостата показана на фиг. 125,*б*. Он сделан из проволоки *Пр*, обладающей большим сопротивлением (например, из никелина), намотанной на полоску изолирующего материала *Из*. Полоска с проволокой согнута в неполный круг и укреплена на изолирующем основании. Один

конец проволоки поджат под пластинку с зажимом *1*. Другая пластинка с зажимом *2* идет к центру основания, где соприкасается с осью, на которой укреплена ручка для вращения. На этой же оси укреплен ползунок *П*, скользящий по виткам проволоки. Проволока на правой стороне изоляционной полоски не доходит до пластинки *2*. Между пластинкой *2* и концом намотки остается небольшое расстояние.

Реостат включается в цепь зажимами *1* и *2*. Ток идет через зажим *1* по проволоке, потом по ползунку и выходит через зажим *2*. Когда конец ползунка находится близко к зажиму *1*, в цепь включается малая длина проволоки — сопротивление будет введено небольшое. Сопротивление увеличивается по мере передвижения ползунка к противоположному концу намотки, т. е. к зажиму *2*. Когда же ползунок попадает на участок между концом намотки и зажимом *2*, цепь разомкнется.

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Если мы сопротивления соединим параллельно (фиг. 127), то общее сопротивление цепи будет меньше каждого отдельно взятого сопротивления. Возьмем цифры предыдущего примера,



Фиг. 127. Параллельное соединение сопротивлений.

т. е. $U = 3$ *в*, $R_1 = 12$ *ом* и $R_2 = 12$ *ом*. Рассматривая схему, мы видим, что к каждому из сопротивлений подводится одно и то же напряжение источника тока $U = 3$ *в*. По закону Ома определяем ток в сопротивлении R_1:

$$I = \frac{U}{R_1} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}\,a.$$

Сопротивление R_2 имеет такую же величину. Поэтому и в нем будет протекать ток в $^1/_4\,a$. А от источника тока будет взят ток $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}\,a$.

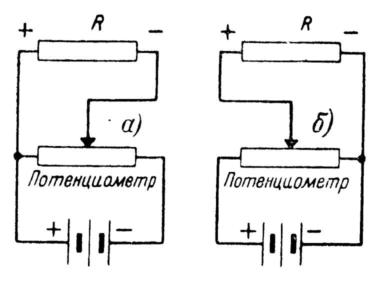
Если при напряжении источника тока в 3 *в* ток равен $^1/_2$, то по закону Ома общее сопротивление цепи равно $R_{общ} = \frac{3}{^1/_2} = 6$ *ом*.

В цепи, где имеется параллельное соединение сопротивлений, токи, как говорят, разветвляются. В неразветвленной части цепи ток равен сумме проходящих по ветвям токов. При параллельном соединении двух сопротивлений их общее сопротивление определяется по формуле:

$$R_{общ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

ПОТЕНЦИОМЕТР

Обратимся снова к фиг. 126. Мы видели, что сопротивление R_2 уменьшило напряжение на лампочке, питаемой от источника тока с напряжением 3*в*. В нашем примере напряжение источника как бы разделилось пополам: по $1^1/_2$ *в* на R_1 и на R_2.



Фиг. 128. Применения потенциометра.

Изменяя величину сопротивления R_2, мы можем изменять величину падения напряжения на нем и, значит, можем взять от нашего источника тока такое напряжение, какое нам понадобится, но, конечно, не больше, чем может дать этот источник.

Потенциометр, называемый иначе делителем напряжения, также применяется в тех случаях, когда нужно от источника тока взять какую-то часть его напряжения.

Потенциометр представляет собой сопротивление, включенное параллельно источнику тока. Устроен он так же, как и переменное сопротивление, показанное на фиг. 125. Перемещая движок, мы можем изменять величину получаемого напряжения. То сопротивление, к которому нужно подвести уменьшенное напряжение, включают между одним полюсом источника тока и движком, как показано на фиг. 128[1].

Рассмотрим левый рисунок фиг. 128. Установив движок потенциометра в крайнее правое положение, мы подадим на сопротивление R полное напряжение источника тока. Перемещая движок влево, мы уменьшаем напряжение на сопротив-

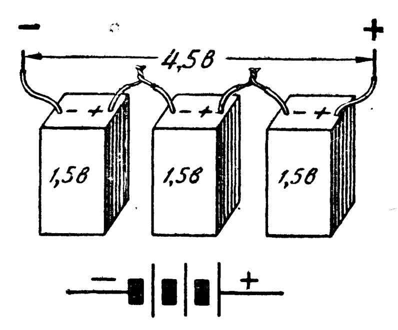
[1] Мы только для простоты чертим на схеме сопротивление R. На его место может быть включен любой прибор.

лении R. В крайнем левом положении движка напряжение на сопротивлении R будет равно нулю. Напряжение на сопротивлении будет тем больше, чем на большую часть сопротивления потенциометра оно включено.

СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В БАТАРЕИ

В практике одиночные элементы используются очень редко. Чаще всего их соединяют в батареи, которые дают возможность получить большее напряжение или ток, чем может дать один элемент.

На фиг. 129 показано последовательное соединение элементов. В этом случае положительный полюс первого элемента соединяется с отрицательным полюсом второго элемента, плюс второго элемента с минусом третьего элемента и т. д. При этом минус первого элемента будет минусом батареи, а плюс последнего элемента — плюсом батареи. При последовательном соединении элементов напряжение получившейся батареи будет равно сумме напряжений каждого элмента.



Фиг. 129. Последовательное соединение элементов.

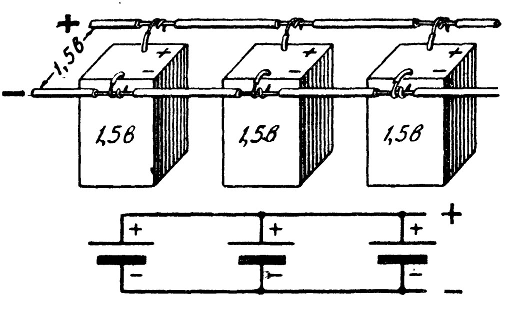
Если, например, соединить последовательно три элемента, каждый из которых дает напряжение 1,5 *в*, то напряжение батареи составит 4,5 *в*. От такой батареи можно будет брать ток, который может дать каждый в отдельности взятый элемент.

В батареях БАС-80 (означает батарея анодная сухая, с напряжением 80 *в*) соединено последовательно 60 элементов.

В том случае, когда требуется получить бо́льший ток, чем может дать один элемент, элементы соединяются параллельно. Все положительные полюсы присоединяются к одному проводнику, а все отрицательные полюсы — к другому проводнику (фиг. 130). Первый проводник будет плюсом, а второй — минусом батареи. Такая батарея сможет дать ток, больший, чем может дать один элемент, во столько раз, сколько элементов в батарее, но напряжение батареи останется равным напряжению одного элемента. Если, например, один элемент

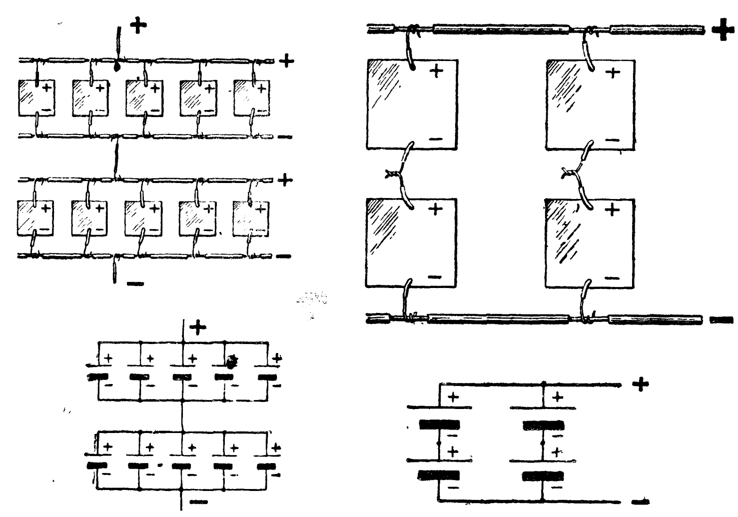
может отдавать ток в 0,1 *а*, а нам требуется ток в 0,5 *а*, нужно параллельно соединить пять таких элементов.

Иногда требуется одновременно увеличить и напряжение и ток. В таких случаях прибегают к смешанному соединению элементов.



Фиг. 130. Параллельное соединение элементов.

Последние собираются сначала группами до требуемого напряжения, а затем группы соединяются между собой параллельно (фиг. 131). Возможен и другой способ смешанного соединения элементов. Сначала элементы соединяются параллельно по нескольку штук в группе, а потом уже эти группы соединяются между собой последовательно для получения напряжения необходимой величины.



Фиг. 131. Смешанное соединение элементов.

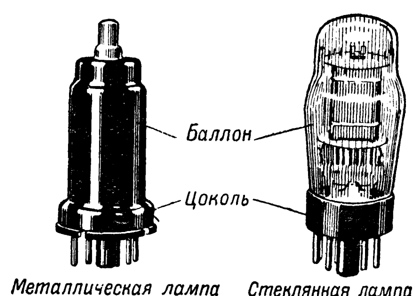
На этом заканчиваем краткую экскурсию в электротехнику и переходим к знакомству с электронной лампой.

Беседа шестнадцатая

ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАМПА

Предшественницей современной электронной лампы является осветительная лампочка накаливания, изобретенная русским электротехником А. Н. Лодыгиным. Лампочке Лодыгина в 1953 г. исполнится 80 лет, а возраст электронных ламп многих современных конструкций не превышает возраста наших читателей.

Появление электронной лампы коренным образом изменило устройство передающих и приемных аппаратов. Современные радиоприборы с электронными лампами совсем не похожи на те, которые применялись раньше.





Фиг. 132. Стеклянная и металлическая электронные лампы и панели для их включения в приемник.

Если посмотреть на современную электронную лампу, ее трудно назвать «лампой». «Лампа» обычно представляется нам обязательно стеклянной, дающей свет. Такой электронная лампа и была в свое время.

У некоторых современных ламп стеклянный баллон покрыт изнутри непрозрачным налетом, чаще всего серебристого вида, а у некоторых ламп внешняя поверхность баллона покрыта снаружи слоем металла.

Но прежде всего бросится в глаза отличие в цоколе: осветительная лампа имеет металлический цоколь с винтовой нарезкой, а электронная лампа имеет цоколь с металлическими ножками (фиг. 132). Электронная лампа не ввинчивается в патрон, а вставляется своими ножками (штырьками) в специальные гнезда, которые помещаются в колодочке из изоляционного материала, носящей название л а м п о в о й п а н е л и.

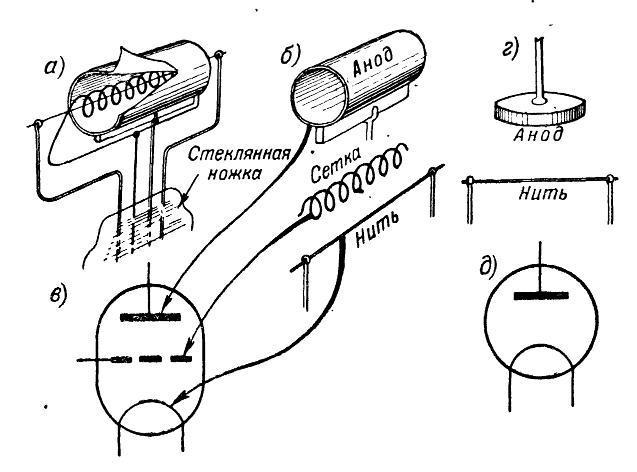
Если взглянуть на стеклянную электронную лампу, когда она работает в приемнике, мы заметим, что свет ее тусклый,

неяркий. Некоторые же лампы совсем не светят. Многие электронные лампы вообще не похожи по внешнему виду на осветительную лампочку накаливания. Они почти целиком металлические — только ножки цоколя укреплены в кружке из пластмассы.

Новейшие образцы электронных ламп, которые применяют в радиолокации, напоминают сложные водопроводные детали.

ВНУТРЕННЕЕ УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАМПЫ

Первое, что нужно знать об электронной лампе,— это то, что внутри ее баллона почти нет воздуха. Его выкачивают из лампы через приливчик, имеющийся в верхней или в нижней части баллона. В металлической лампе этот приливчик скрыт



Фиг. 133. Устройство трехэлектродной и двухэлектродной ламп и их схематическое обозначение.

за цоколем. Сильное разрежение воздуха, или так называемый вакуум,— обязательное условие для действия лампы.

На фиг. 133,*а* показаны основные внутренние части лампы одного из старых типов. Мы нарисовали устройство такой лампы потому, что ее части наиболее просты по форме и на такой лампе легче объяснить ее устройство. Части более современных ламп сложнее по своей форме, но назначение их такое же. Мы видим металлический цилиндрик (для наглядности он

показан надрезанным и отогнутым). Внутри цилиндрика имеется спираль из тонкой проволоки, а внутри спирали проходит еще более тонкая проволочка — металлический волосок. Волосок называется нитью накала или катодом. У некоторых ламп он светится. Окружающая нить накала проволочная спиралька называется сеткой, а металлический цилиндрик носит название анода. Это три электрода лампы.

Все эти электроды укреплены неподвижно на стеклянной ножке и не имеют электрического соединения между собой. При помощи проводничков, пропущенных через стекло, электроды соединены с ножками цоколя. К двум ножкам присоединяются концы нити, с третьей ножкой соединена сетка, а с четвертой — анод. Это так называемая трехэлектродная лампа, или триод. Ее части нарисованы отдельно на фиг. 133,*б*, а на фиг. 133,*в* показано схематическое обозначение такой лампы. Трехэлектродные лампы применяют в радиотехнике для генерирования (вырабатывания) переменных токов в передатчиках, для модуляции и для усиления — увеличения амплитуды переменных токов. Соответственно лампы подразделяются на генераторные, модуляторные и усилительные. Нам придется работать при приеме радиовещания в основном с усилительными трехэлектродными лампами. Такие лампы могут, кроме того, детектировать колебания высокой частоты, т. е. заменять собой кристаллический детектор. Принятые антенной слабые колебания, недостаточные для приведения в действие телефона детекторного приемника, электронная лампа продетектирует и одновременно усилит. При помощи электронных ламп радиопередачу можно усилить и слушать на громкоговоритель. Однако не следует думать, что электронная лампа содержит в себе энергию, необходимую для усиления подводимых к ней слабых колебаний. Нет, электронная лампа требует для своего действия питания от источников электрической энергии, например, от гальванических батарей или аккумуляторов.

Для питания электронных ламп могут быть использованы электрические сети, в которые включаются осветительные лампы. Отметим, что для питания приемников от электросетей необходимы устройства, называемые выпрямителями. В выпрямителе тоже работает обычно электронная лампа, но более простого устройства, чем трехэлектродная лампа. Лампа выпрямителя (мы ее будем называть выпрямительной лампой) тоже содержит в себе нить накала и анод (фиг. 133,*г*), но сет-

ки в ней нет. Она имеет только два электрода, а поэтому называется двухэлектродной лампой, или диодом. Схематическое изображение двухэлектродной лампы показано на фиг. 133,*д*.

Диод — это самая простая электронная лампа.

ДЕЙСТВИЕ ДВУХЭЛЕКТРОДНОЙ ЛАМПЫ

Осветительную лампу можно превратить в диод, если впаять внутрь ее баллона второй электрод — анод, как показано на фиг. 134. Чтобы лампа действовала, необходимо прежде всего разогреть ее нить, присоединив к выводам нити батарею. Эту батарею мы будем называть батареей накала и обозначать *Бн*. Теперь включим еще одну батарею так, чтобы она своим отрицательным полюсом соединялась с нитью накала, а положительным с анодом. Последнюю батарею мы будем называть анодной батареей и обозначать *Ба*.

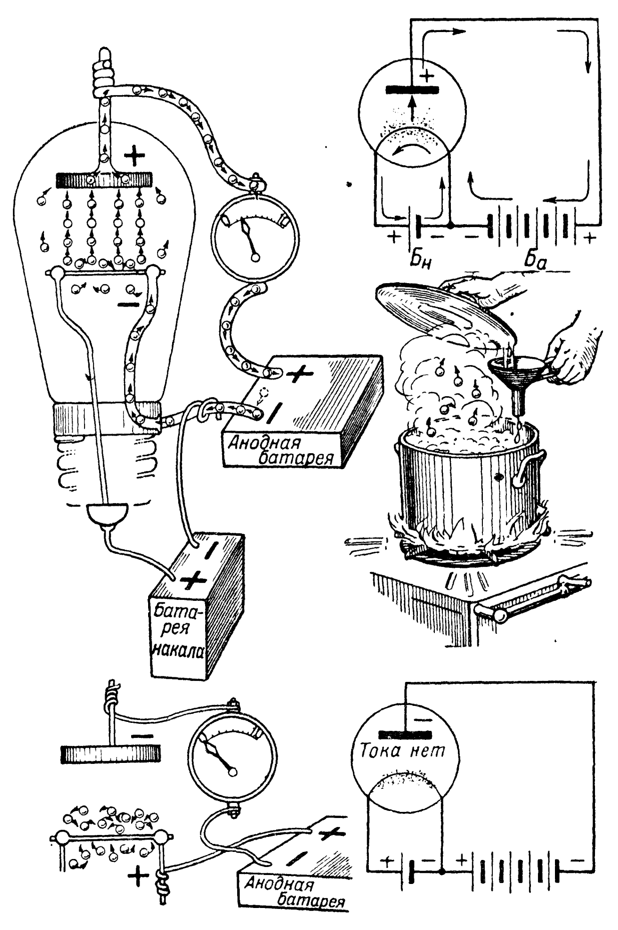
При таком включении батареи *Ба* анод будет заряжен положительно относительно нити накала. В разрыв проводника, идущего от плюса анодной батареи к аноду, включим миллиамперметр. Он покажет наличие тока в этой цепи.

Каким же образом получается этот ток? Ведь между анодом и нитью нет электрического соединения,— может спросить читатель. Каким же образом проходят электроны от катода к аноду?

Происходит это вот почему. Ток батареи *Бн* разогревает нить лампы, из-за чего электроны, содержащиеся в ней, начинают двигаться с такими большими скоростями, что часть из них вылетает из нити и образует вокруг нее электронное «облачко». Анод заряжен положительно, на нем недостаток электронов и он притягивает к себе электроны, вылетевшие из нити. Эти электроны и потекут через миллиамперметр к плюсу анодной батареи.

Нечто подобное получится, если мы поставим кастрюлю, наполненную водой, на огонь. По мере нагревания воды ее частицы начинают все быстрее и быстрее двигаться. Наконец, вода начинает бурлить. Ее мельчайшие частицы при этом развивают большую скорость, отрываются от поверхности воды и покидают ее. Вода, как мы говорим, испаряется. Если поместить над кастрюлей холодную крышку или тарелку, то образовавшийся пар будет на ней охлаждаться и образовывать капельки воды. С помощью воронки мы можем эту воду вернуть обратно в кастрюлю. Получилась как бы замкнутая цепь, по которой движутся частицы воды,

Процесс испускания электронов раскаленной нитью называют **термоэлектронной эмиссией** (термо — тепло, эмиссия — испускание) или просто **эмиссией**. Если говорят,



Фиг. 134. Включение двухэлектродной лампы.

что «лампа потеряла эмиссию», это значит, что ее нить неспособна испускать электроны, т. е. в ней нет электронов, движущихся с такими скоростями, что они могут покинуть нить. Электрическая цепь, в которую входят батарея *Бн*, нить накала (катод), называется **цепью накала**, а ток, текущий

в ней,— током накала. Цепь, образуемая промежутком катод — анод и батареей *Ба*, называют анодной цепью, а ток, который образуется в ней, анодным током.

Выясним теперь такой вопрос:

Будет ли в анодной цепи протекать ток, если к аноду присоединить минус анодной батареи, а к катоду плюс? Вспомним, что одноименные заряды всегда отталкиваются. Значит, отрицательно заряженный анод будет отталкивать вылетевшие из нити электроны. Анод же не подогревается, а значит, он неспособен испускать электроны. Поэтому анодного тока не будет (нижний рисунок на фиг. 134).

Итак, электронная лампа может проводить через себя ток только в одном направлении — от катода к аноду; тока обратного направления — от анода к катоду — в ней быть не может.

Анодный ток зависит, во-первых, от количества электронов, вылетевших из катода (т. е. от эмиссии катода). При меньшей температуре катода меньше будет испускаться электронов, при большем накале катода больше вылетит электронов. Во-вторых, анодный ток зависит от напряжения на аноде. Если напряжение на аноде мало, он меньше притянет к себе электронов — ток будет меньше. С увеличением напряжения ток увеличится. Но не следует думать, что, увеличивая без конца напряжение на аноде, можно бесконечно увеличивать анодный ток.

Увеличение анодного тока путем повышения напряжения на аноде будет наблюдаться только до определенного предела. Когда все вылетевшие из катода электроны будут притягиваться анодом, дальнейшее увеличение напряжения на аноде бесполезно. Этот предел называют током насыщения. Если же при этом увеличить ток через нить, температура ее увеличится и вновь будет прирост анодного тока. Но нужно иметь в виду, что при очень высокой температуре нить сгорит.

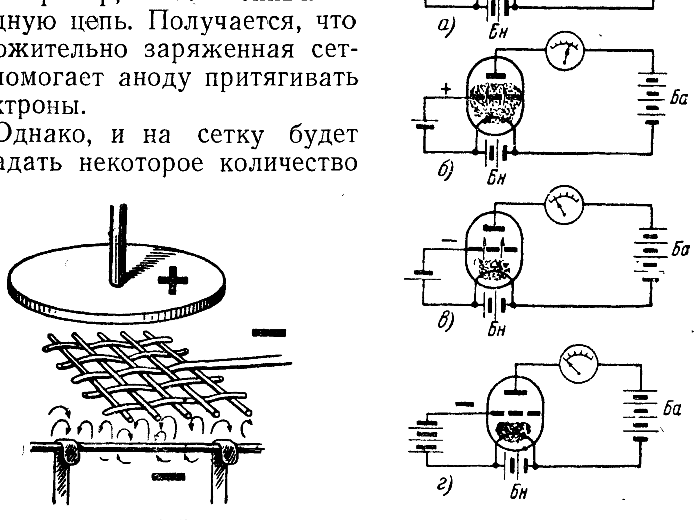
ДЕЙСТВИЕ ТРЕХЭЛЕКТРОДНОЙ ЛАМПЫ

Поместим теперь между катодом и анодом сетку (на фиг. 135 сетка показана в виде решетки). Превратим диод в триод. Включим батареи, питающие цепи анода и накала. Когда сетка соединена с катодом (фиг. 135,*а*), ее присутствие не влияет на движение электронов. Электроны свободно пролетают к аноду через промежутки между проволочками сетки.

В этом случае напряжение на сетке равно напряжению катода — как говорят, сетка имеет нулевое напряжение относительно катода.

Если между сеткой и катодом включить источник постоянного тока даже небольшого напряжения так, что он минусом будет соединен с катодом, а плюсом с сеткой (фиг. 135,*б*), то анодный ток увеличится. В этом случае сетка будет иметь положительное напряжение относительно катода. Она будет притягивать к себе электроны. Но электроны, набравшие от этого скорость, будут «перехвачены» анодным напряжением. От этого анодный ток увеличится, что и показывает миллиамперметр, включенный в анодную цепь. Получается, что положительно заряженная сетка помогает аноду притягивать электроны.

Однако, и на сетку будет попадать некоторое количество



Фиг. 135. Простейшая трехэлектродная лампа.

электронов. Попавшие на сетку электроны будут, как говорят, стекать с нее через батарею, присоединенную к сетке на катод, и в этой цепи, называемой **сеточной цепью**, появится небольшой ток, который называют **сеточным током**.

С увеличением положительного напряжения на сетке будет увеличиваться анодный ток, а вместе с ним и ток сетки. При большом напряжении на сетке анодный ток может оказаться очень малым, а сеточный — очень большим. Это объясняется тем, что сетка, находясь ближе к электронному облачку, будет притягивать к себе электроны сильнее, чем удаленный анод. Вылетевшие электроны разделятся между сеткой и анодом, причем на долю сетки придется большая их часть.

Если же на сетку подать небольшое отрицательное напряжение относительно катода (фиг. 135,*в*), миллиамперметр покажет меньший ток, чем во всех предыдущих случаях. На пути движения электронов окажется отрицательный заряд, который будет отталкивать обратно к катоду электроны, летящие к аноду. Часть электронов все же пролетит через промежутки в сетке, но они создадут уменьшенный анодный ток.

При увеличении отрицательного напряжения на сетке ее отталкивающее действие будет увеличиваться и анодный ток уменьшится. При достаточно большом отрицательном напряжении на сетке (фиг. 135,*г*) она не пропустит через себя ни одного электрона — анодный ток исчезнет. В этом случае говорят, что лампа, вследствие большего отрицательного напряжения на сетке, «заперта».

Итак, напряжение на сетке оказывает очень сильное влияние на величину анодного тока.

Для того чтобы получить такое же изменение анодного тока изменением анодного напряжения, нужно на значительно большую величину изменить напряжение на аноде.

Сетка своим напряжением способна управлять анодным током лампы. Поэтому ее называют также **управляющей сеткой**. Она, как светофор на перекрестке улиц, регулирует движение. Минус (красный свет) — путь электронам закрыт. Плюс (зеленый свет) — путь открыт.

ПРОСТЕЙШИЙ УСИЛИТЕЛЬ

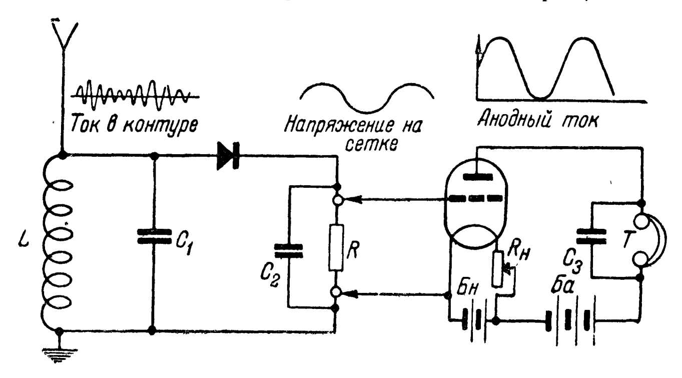
Это замечательное свойство трехэлектродной лампы можно использовать для усиления слабых колебаний от детекторного приемника. Как это сделать, показано на фиг. 136.

Телефон включаем в анодную цепь триода и блокируем конденсатором C_3 емкостью 1—2 тыс. *мкмкф*. В детекторном приемнике вместо телефона включим сопротивление R величиной 0,2—0,5 *мгом*.

Сопротивление R является нагрузкой детекторной цепи приемника и на нем при приеме получается переменное напряжение звуковой частоты. Это напряжение подводится к промежутку катод — управляющая сетка и воздействует на анодный ток триода. При положительных полупериодах анодный ток будет увеличиваться, а при отрицательных — уменьшаться. Следовательно, через телефон течет анодный ток, изменяющийся по величине в такт с изменениями напряжения на сет-

ке. Этот ток приводит в колебание мембрану телефона, в котором радиопередача будет слышна громче, чем при включении его прямо в детекторный приемник.

Таким образом у нас получился детекторный приемник с одной ступенью усиления низкой частоты. Провода, идущие от лампы к детекторному приемнику, называются входом усилителя, а гнезда, в которые включен телефон, — выходом.



Фиг. 136. Использование трехэлектродной лампы для усиления.

Обратим внимание наших читателей на деталь, в схеме обозначенную $R_н$. Это реостат накала. Расскажем, для чего он нужен.

Говоря о гальванических элементах, мы указывали, что когда они новые, то дают напряжение около 1,5 *в*. Через некоторое время после того как элементы поработают, их напряжение уменьшается. В то же время наиболее распространенные малогабаритные батарейные лампы рассчитаны на напряжение накала в 2 *в*. Питая нить накала такой лампы одним элементом, мы получим недокал, катод не даст нужной эмиссии и лампа будет плохо усиливать передачу. Чтобы обеспечить нормальный накал лампы, необходимо соединить последовательно два элемента, а получившийся избыток напряжения поглощать реостатом, включенным последовательно в цепь накала, как это показано на фиг. 136. Реостат накала позволяет регулировать напряжение накала лампы и одновременно является выключателем.

Какое сопротивление должен иметь реостат? Оно зависит от напряжения, которое необходимо погасить, и тока. Его величина подсчитывается по закону Ома.

Допустим, что два элемента дают напряжение 3*в*. К нити лампы нужно подвести напряжение 2 *в* и при этом ток в цепи должен быть 60 *ма*. Требуется погасить излишек напряжения 1 *в*. В этом случае реостат должен иметь сопротивление не меньше чем:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1\text{в}}{0{,}06\,a} \approx 16\,\text{ом}.$$

По мере уменьшения напряжения батареи, передвигая движок реостата, уменьшают включенное в цепь сопротивление.

Обычно в собранном усилителе (или приемнике) нормальный накал лампы подбирается опытным путем — на слух. Лампе дается такой накал, при котором передача хорошо слышна и при дальнейшем его повышении громкость уже не увеличивается. При этом лучше катод немного недокалить, нежели перекалить. Перекал вреден для лампы.

При отсутствии реостата батарею накала можно включать через постоянное проволочное сопротивление требуемой величины.

В этом случае выключение накала можно производить специальным выключателем или отсоединением батареи.

Практика использования батарейных ламп показала, что они достаточно хорошо работают от одного нового элемента, при напряжении 1,5 *в*. При этом громкость приема уменьшается незначительно, а срок службы лампы увеличивается. Сопротивление реостата в этом случае должно быть полностью выведено. Однако, через некоторое время напряжение элемента уменьшается, громкость приема заметно ослабляется; тогда нужно в цепь накала включить последовательно еще один элемент и ввести реостат накала.

О том, как сделать усилитель, поговорим в следующей беседе.

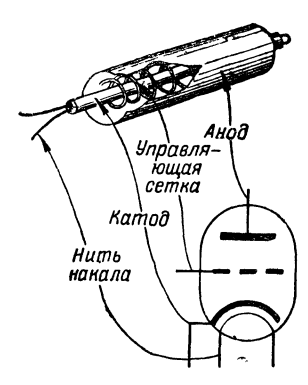
ЛАМПЫ С ПОДОГРЕВОМ

Так называют лампы, предназначенные для питания от сетей переменного тока. Собственно говоря, у этих ламп переменным током питается только нить накала. Анодные цепи их питаются постоянным напряжением, которое получается из переменного напряжения сети с помощью выпрямителя.

Устройство такой лампы показано на фиг. 137. Здесь катодом является металлический цилиндрик, поверх которого нанесен так называемый «активный слой». Внутри цилиндрика находится нить накала.

Нить накала разогревается от проходящего через нее тока, но не испускает электроны, а только разогревает катод. Катод начинает испускать электроны. Катод и нить накала между собой соединения не имеют.

Такое усложнение конструкции катода вызывается следующим. Нить накала очень тонкая, она раскаляется и остывает мгновенно. Если ее накаливать переменным током, она в такт с изменениями тока будет то сильнее раскаляться (при наибольшем значении тока), то остывать (при уменьшении тока). В результате эмиссия окажется непостоянной, отчего и величина анодного тока будет изменяться. В телефоне, включенном в анодную цепь, создастся сильный гул низкого тона, заглушающий передачу. Гул этот называют фоном переменного тока. Вышеописанное устройство катода с подогревом исключает возможность появления фона. Подогретый катод обладает относительно большой массой, и его температура не успевает изменяться в такт с изменениями тока накала. В результате эмиссия получается равномерной, и фона переменного тока в телефонах не слышно.



Фиг. 137. Устройство и схематическое обозначение подогревной лампы.

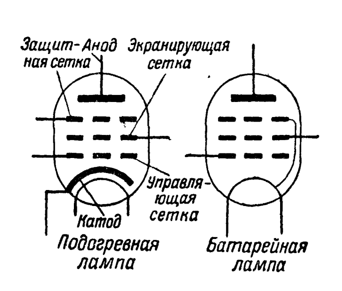
Подогревные лампы начинают действовать по истечении 30—40 сек. после включения (время прогрева). Они требуют для накала больший ток при большем напряжении, чем ранее описанные лампы, которые в отличие от подогревных мы будем называть лампами с прямым накалом, или батарейными лампами. Увеличенный расход энергии на питание подогревных ламп от сети переменного тока решающего значения не имеет, так как стоимость электроэнергии, получаемой от сети, значительно ниже стоимости энегрии, получаемой от батарей.

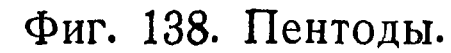
ПЕНТОД

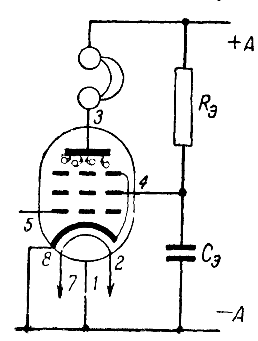
Кроме рассмотренных нами двухэлектродной и трехэлектродной ламп существует большое количество ламп другого устройства, среди которых есть лампы с двумя, тремя и еще большим числом сеток; существуют лампы, объединяющие в одном баллоне по две и даже по три лампы. Все они имеют

свое определенное назначение. Расскажем о так называемом **пентоде** — пятиэлектродной лампе. В этой лампе, помимо управляющей сетки, имеются еще две сетки: **экранирующая** и **защитная** (фиг. 138). Катод окружен управляющей сеткой, управляющая — экранирующей, экранирующая — защитной, а все они вместе находятся внутри анода. Электроны, летящие от катода к аноду, подвергаются воздействию всех трех сеток.

Пентод по сравнению с триодом дает во много раз большее усиление.




Фиг. 138. Пентоды.



Фиг. 139. Включение подогревного пентода.

Экранирующую сетку соединяют с плюсом анодной батареи непосредственно или через сопротивление $R_э$ (фиг. 139) [1], называемое **гасящим**, чтобы на ней было меньшее напряжение, чем на аноде. Через конденсатор $C_э$ ее соединяют с катодом. Защитная же сетка соединяется с катодом. В некоторых пентодах такое соединение делается внутри баллона при изготовлении лампы. Телефон, как обычно, включается в анодную цепь лампы.

Экранирующая сетка, имея положительное постоянное напряжение, способствует притяжению электронов к аноду. Поэтому с помощью пентода можно получить большее усиление, чем с помощью трехэлектродной лампы.

Коротко о назначении защитной сетки. Электроны летят от катода к аноду с огромной скоростью. Ударяясь об анод, они способны выбивать из него новые электроны, причем каждый электрон может выбить по два, три и больше электронов.

---

[1] В этой схеме мы не показываем источников напряжения накала и анодного напряжения. Подразумевается, что положительный полюс включается на точку +*А* схемы, а отрицательный на точку — *А*.

В результате «бомбардировки» анода электронами возникает так называемая вторичная эмиссия.

Подобное явление можно наблюдать на воде: если в блюдце, наполненное водой, пустить с большой высоты каплю воды, то она может выбить из блюдца несколько капелек.

Электроны, выбитые из анода, полетят навстречу электронам, летящим от катода, и могут ослабить анодный ток. Защитная сетка, соединенная с катодом и, следовательно, имеющая отрицательное напряжение относительно анода, замедляет скорость вторичных электронов и заставляет их вновь возвратиться на анод. Таким образом, она защищает лампу от «вредного поведения» вторичных электронов.

ЦОКОЛЕВКА ЛАМП

Мы уже говорили, что электроды всякой лампы соединены с контактными ножками цоколя — штырьками, которыми они через ламповую панельку соединяются с другими деталями схемы приемника.

У различных ламп число контактных ножек на цоколе может доходить до восьми. Для того чтобы обеспечить правильное включение ламп в приемник, введено единое устройство цоколей.

Наиболее распространенным является «октальный» цоколь, показанный на фиг. 132. По окружности располагаются на равном расстоянии не более 8 (в зависимости от типа лампы) контактных ножек, а в центре так называемый ключ.

Фиг. 140. Чтобы собрать схему по фиг. 139, нужно сделать следующие присоединения к выводам ламповой панельки.

Ламповая панель имеет 8 гнезд и отверстие для ключа. Ключ исключает возможность ошибочного включения лампы в панельку. Каждой ножке присвоен строго постоянный номер. Нумерация ножек цоколя и гнезд панельки идет от выступа ключа по часовой стрелке, если на цоколь лампы или ламповую панель смотреть снизу.

В большинстве ламп к ножкам (штырькам) *2* и *7* выведены концы нити накала. В металлической лампе штырек *1* соединен с ее баллоном. В лампах с металлизированным стеклян-

ным баллоном к штырьку *1* присоединён этот металлический слой. Кроме контактных штырьков на цоколе, некоторые лампы имеют наверху баллона вывод, с которым обычно соединяется управляющая сетка. Порядок присоединения других электродов различных ламп к штырькам читатель найдет в приложении 1.

В дальнейшем на принципиальных схемах мы будем указывать около обозначения электродов ламп номера штырьков, к которым они присоединены.

Для примера на фиг. 140 показано, как нужно присоединять к гнездам ламповой панельки сопротивления и конденсаторы, чтобы собрать схему фиг. 139.

Беседа семнадцатая

ОТ ДЕТЕКТОРНОГО К ЛАМПОВОМУ РАДИОПРИЕМНИКУ

Итак, мы теперь знаем, что такое электронная лампа, как она устроена и работает, как ее можно использовать для усиления. Познакомились мы и с простейшей схемой усилителя низкой частоты, который можно присоединить к детекторному приемнику.

Давайте теперь сделаем усилитель к детекторному приемнику. Чтобы он лучше усиливал, чтобы слышимость передачи была погромче, применим в нем пентод типа 2Ж2М.

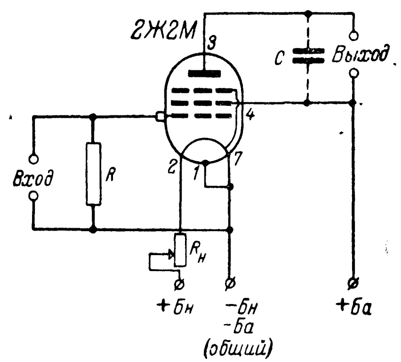
ОДНОЛАМПОВЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ДЕТЕКТОРНОГО ПРИЕМНИКА

Принципиальная схема такого усилителя приведена на фиг. 141.

Для питания его накала используется батарея, составленная из двух последовательно соединенных гальванических элементов, а для питания анодной цепи батарея БАС-60, БАС-70 или БАС-80. Отрицательные полюсы обеих батарей присоединяются к зажиму, обозначенному *«Общий»*. Плюс батареи накала присоединяется к зажиму *+Бн*, а плюс анодной батареи к зажиму *+Ба*.

Сопротивление *R* является нагрузочным для детекторного приемника и сопротивлением в цепи сетки лампы; его величина 0,2—0,5 *мгом*. Телефон включается в гнезда *«Выход»*, одно из которых соединено с анодом лампы, а другое с плюсом анодной батареи усилителя. Экранирующая сетка присоедине-

на к зажиму $+Ба$, т. е. непосредственно к плюсу анодной батареи. Защитная сетка у лампы 2Ж2М соединена с катодом внутри лампы. Гнезда *«Вход»* усилителя соединяются проводниками с гнездами *«Телефон»* детекторного приемника.



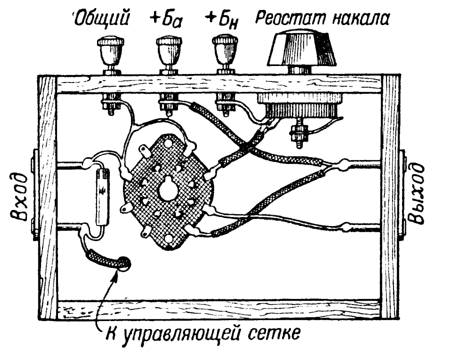
Фиг. 141. Принципиальная схема усилителя низкой частоты к детекторному приемнику.

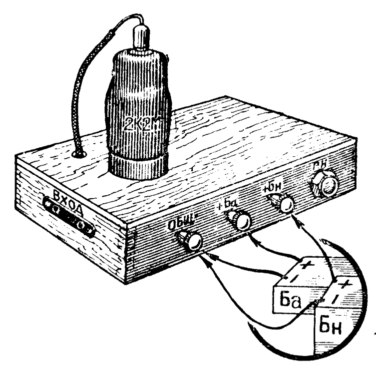
Монтажная схема и общий вид усилителя показаны на фиг. 142.

Размеры его мы не указываем, предоставляя этот вопрос решить самим радиолюбителям.

По поводу схемы усилителя нужно сделать следующие замечания:

1) Он может работать без блокировочного конденсатора *C*, который показан пунктиром на принципиальной схеме (фиг. 141), но не показан на монтажной схеме (фиг. 142). Когда же усилитель будет работать, нужно попробовать присоединить параллельно выходным гнездам конденсатор емкостью 1—2 тыс. *мкмкф.* Если будет замечено некоторое улучшение, его нужно вмонтировать в усилитель.





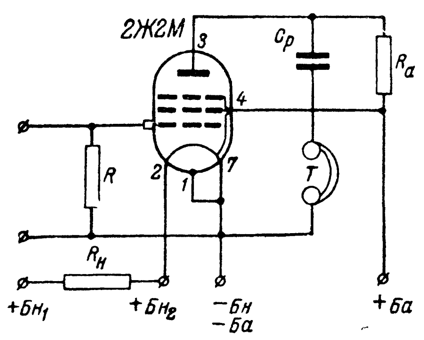
Фиг. 142. Монтажная схема и общий вид однолампового усилителя.

2) Лампу 2Ж2М можно заменить лампой 2К2М, СО-241 без каких-либо изменений или трехэлектродной лампой УБ-240. В случае использования последней, проводник, иду-

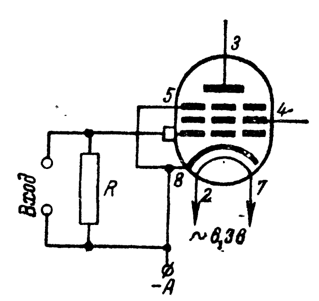
щий к экранирующей сетке, нужно исключить из схемы, а проводник, который шел к колпачку лампы, соединить с гнездом 5 ламповой панельки.

3) Накал лампы следует питать от двух последовательно соединенных элементов, устанавливая нормальный накал лампы «на-слух» с помощью реостата. Если нет реостата, последовательно с нитью накала нужно включить проволочное сопротивление $R_н$, как показано на фиг. 143.

Если применяются свежие элементы, можно включить только один элемент, присоединив его положительный полюс



Фиг. 143. Схема усилителя для работы с пьезоэлектрическим телефоном. На этой же схеме показано включение сопротивления цепи накала $R^н$, применяемого, если нет реостата накала.



Фиг. 144. На схеме показаны те изменения, которые нужно произвести в усилителе, чтобы можно было применить в нем подогревный пентод.

к зажиму $+Бн_2$. Когда же он немного разрядится, последовательно с ним нужно включить второй элемент, присоединив его положительный полюс к зажиму $+Бн_1$.

4) Выход усилителя по схеме фиг. 141 рассчитан на включение электромагнитного телефона. Если включить в него пьезоэлектрические трубки, анодная цепь лампы окажется разорванной и усилитель работать не будет.

Если применяется пьезотелефон, между анодом лампы и зажимом *+Ба* нужно включить сопротивление R_a в 50—100 тыс. *ом* (фиг. 143). Телефон же следует включать либо параллельно этому сопротивлению, либо между анодом лампы и общим минусом батарей через конденсатор $C_р$ емкостью в 10—50 тыс. *мкмкф*, как показано на фиг. 143.

Можно испробовать оба способа включения и применить лучший.

Усилитель обеспечивает громкую работу телефона, но его усиление недостаточно для работы громкоговорителя. Громкоговорящий прием можно получить только при приеме близких мощных радиостанций.

Такой усилитель можно питать и от сети переменного тока с помощью выпрямителя. В этом случае лампу 2Ж2М нужно заменить лампой 6Ж7 или 6К7, пересоединив проводник от сопротивления *R* (от гнезда ламповой панельки 7) к гнезду *8*, т. е. к подогревному катоду. С тем же гнездом нужно соединить и гнездо *5* (фиг. 144).

ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАМПА КАК ДИОДНЫЙ ДЕТЕКТОР

Теперь давайте попробуем использовать электронную лампу вместо кристаллического детектора в детекторном приемнике. Можно было бы для этой цели применить самую простую — двухэлектродную лампу. Но двухэлектродные лампы с малой затратой энергии на накал не выпускаются. Поэтому мы применим в качестве диода ту же лампу 2Ж2М, которая использована в сделанном нами усилителе низкой частоты, соединив ее экранирующую и управляющую сетки с анодом. Для опыта используем ящичек с монтажем усилителя низкой частоты.

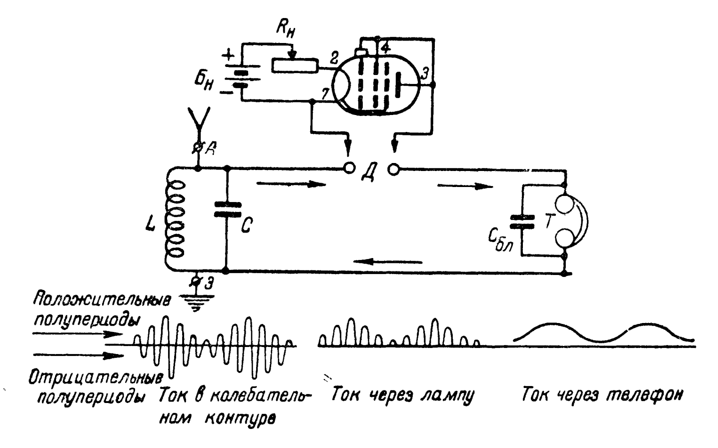
Отсоединим от него анодную батарею, снимем колпачок с вывода управляющей сетки на верху баллона лампы, соединим этот вывод с зажимом *+Ба* и замкнем куском проволоки гнезда «Выход». При этом все сетки (кроме защитной) будут соединены с анодом и работать, как один электрод — мы как бы увеличиваем размеры анода. Соединим теперь зажим *+Ба* с одним гнездом *«Детектор»* приемника, а зажим *—Бн—Ба* (*общий*) с другим его гнездом. Мы получим схему, показанную на фиг. 145. Под ней начерчены графики электрических процессов, происходящих в таком приемнике.

В те моменты, когда на нижнем конце катушки напряжение высокой частоты будет иметь положительный знак, анод лампы будет заряжен положительно относительно катода. Электроны устремятся к аноду, пройдут через телефон, катушку и возвратятся на катод. В следующий полупериод заряды на концах катушки поменяются местами; анод окажется заряженным отрицательно относительно катода, и тока в цепи не будет. В следующие периоды будет повторяться описанный процесс. Через телефон будет проходить выпрямленный ток. Получается точно такая картина, как и при работе кристалли-

ческого детектора. Следовательно, электронной лампой можно заменить кристаллический детектор. Детектирование с помощью двухэлектродной лампы — диода называется диодным детектированием.

В качестве диода можно также использовать лампы типов 2К2М, СО-241, 2Ф2М, УБ-240, 2Ж2М, УБ-107, УБ-110, СБ-112.

Такой же детектор можно сделать на подогревном диоде 6Х6 (лампа, объединяющая в себе два диода) или с лампами 6Ж7, 6К7, 6Ф5, превратив их в диоды.



Фиг. 145. Детекторный приемник с диодным детектором.

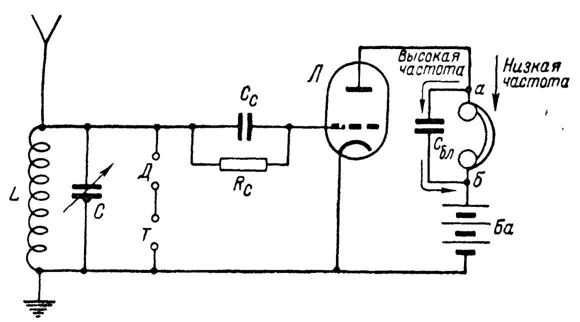
Преимущество диодного детектора заключается в том, что в нем не нужно «искать» чувствительной точки. Но никакого усиления диодный детектор не дает, так как ток в его анодной цепи зависит исключительно от силы приходящих сигналов. К тому же диодный детектор для своей работы требует батареи накала.

Этот опыт мы произвели для того, чтобы только убедиться в том, что кристаллический детектор можно заменить диодным и работает он более устойчиво. Практически же никто не строит и не применяет детекторных приемников с диодными детекторами. Такие приемники невыгодны в работе.

Перейдем теперь к описанию приемника, в котором применена одна электродная лампа, одновременно производящая и детектирование и усиление колебаний низкой частоты.

СХЕМА ПРОСТЕЙШЕГО ОДНОЛАМПОВОГО ПРИЕМНИКА И ЕЕ РАБОТА

Принципиальная схема такого приемника показана на фиг. 146. В ее левой части мы видим хорошо знакомый нам детекторный приемник (только из схемы исключен блокировочный конденсатор и она начерчена в несколько необычном виде), к которому через параллельно соединенные между собой конденсатор C_c и сопротивление R_c приключена сетка трехэлектродной лампы. В анодную цепь лампы включен телефон, заблокированный конденсатором $C_{бл}$. Цепь накала лампы на схеме не показана.



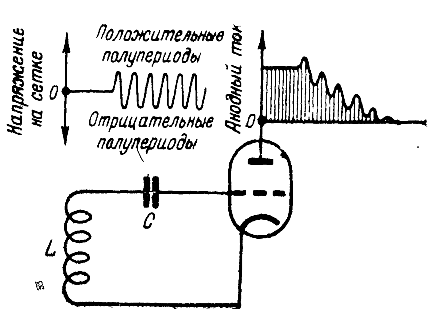
Фиг. 146. Схема простейшего однолампового приемника.

Напряжение высокой частоты, получающееся на контуре, попеременно перезаряжает сетку и этим воздействует на анодный ток лампы.

Сначала рассмотрим, как будет изменяться анодный ток лампы, если в цепи оставить только конденсатор C_c, исключив из схемы сопротивление R_c (фиг. 147).

Если на управляющую сетку не подается переменное напряжение, в анодной цепи течет ток постоянной величины. При первом положительном полупериоде на управляющей сетке анодный ток лампы увеличится. Но вместе с этим некоторое количество электронов неизбежно будет притянуто положительно заряженной сеткой, которые осядут на ней. Эти электроны „стечь" с сетки на катод не могут, так как путь для них прегражден конденсатором C_c. Поэтому сетка зарядится отрицательно и зарядит конденсатор C_c (здесь имеется в виду заряд сетки относительно катода лампы,

так как левая на схеме обкладка конденсатора C_c соединена через катушку с катодом лампы). При отрицательном полупериоде анодный ток будет уменьшаться. В следующий период, когда на сетке вновь будет положительный заряд, на ней осядет новая порция электронов, она еще больше зарядится отрицательно сама и еще больше подзарядит конденсатор C_c. Отрицательный заряд сетки будет постепенно увеличиваться с каждым положительным полупериодом. Анодный ток лампы при этом будет уменьшаться. Наконец, сетка может настолько зарядиться отрицательно, что полностью запрет лампу, т. е. анодный ток исчезнет. График анодного тока, показанный на фиг. 147, иллюстрирует сказанное.



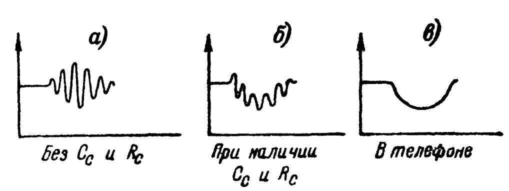
Фиг. 147. Если в цепи сетки будет только один конденсатор, сетка зарядится отрицательно и этим „запрет" лампу.

Иное дело будет, если параллельно конденсатору C_c присоединить сопротивление R_c. Теперь при положительных полупериодах на сетке конденсатор C_c будет заряжаться отрицательно, а при отрицательных полупериодах конденсатор будет разряжаться через сопротивление. Можно также сказать, что при отрицательных полупериодах электроны будут „стекать" с сетки через сопротивление и катушку на катод. Если величина сопротивления будет достаточно большая, то сетка, а вместе с нею и конденсатор, не будут поспевать полностью разряжаться при отрицательных полупериодах. В результате этого в цепи сетки появится пульсирующий ток, образующий на сетке некоторое отрицательное напряжение. Это напряжение на сетке не останется постоянным, а будет изменяться. При больших переменных напряжениях на сетке она будет заряжаться более отрицательно, а анодный ток от этого будет уменьшаться. При уменьшении же переменного напряжения на сетке отрицательный заряд сетки будет уменьшаться, а анодный ток возрастать.

На фиг. 148 приведены графики, поясняющие вышесказанное. График *а* показывает, что если в цепи сетки не будет конденсатора C_c и сопротивления R_c, то анодный ток в такт

с переменным напряжением на сетке будет колебаться около своего среднего значения. На графике *б* мы видим, как при наличии C_c и R_c колебания анодного тока „уходят вниз“ под линию его среднего значения.

Как нам известно, постоянный ток звука в телефоне создать не может. В телефоне слышны только его изменения. При этом телефон будет отзываться не на каждую маленькую впадину, а на серию этих впадин, образующих большое «углубление». Каждое такое «углубление» в анодном токе будет восприниматься телефоном как толчок тока, действующий на его мембрану (см. график фиг. 148,*в*). Вследствие этого мембрана телефона будет колебаться в такт с частотой этих углублений тока, т. е. с частотой модуляции тока высокой частоты радиостанции.



Фиг. 148. К объяснению действия конденсатора C_c и сопротивления R_c, включенных в цепь управляющей сетки.

Таким образом, при включении в цепь сетки конденсатора и сопротивления получается одновременно детектирование и усиление. Такое детектирование называют сеточным детектированием. Конденсатор C_c, включенный для этой цели в цепь сетки, называют сеточным конденсатором, а сопротивление R_c — сопротивлением утечки сетки.

Имея детекторный приемник с усилителем, изготовленным как указано выше, мы можем превратить их в одноламповый приемник, включив для этого в цепь сетки конденсатор и сопротивление.

Емкость сеточного конденсатора должна быть в пределах 100—250 *мкмкф*, а сопротивление утечки сетки — 0,5—1 *мгом*. Наилучшее сочетание этих величин подбирают опытным путем.

Сопротивление утечки сетки можно включать не параллельно сеточному конденсатору, а между сеткой и катодом. От этого процесс детектирования не изменится; если в первом случае электроны стекали с сетки на катод через сопротивление и катушку, во втором случае они будут стекать через сопротивление прямо на катод, минуя катушку. На практике можно использовать любое включение.

Если рассмотреть более внимательно график *б* на фиг. 148, то можно будет сказать, что ток в анодной цепи имеет одно направление, т. е. он постоянный, но на нем имеются «следы» колебаний высокой частоты, на которых «вырисовываются» колебания звуковой частоты. Значит, в анодной цепи протекают одновременно три тока: постоянный, переменный ток высокой частоты и переменный ток низкой частоты. Эти токи называют: первый—постоянной составляющей; второй — переменной составляющей высокой частоты и третий — переменной составляющей низкой частоты. А из них слагается уже суммарный анодный ток.

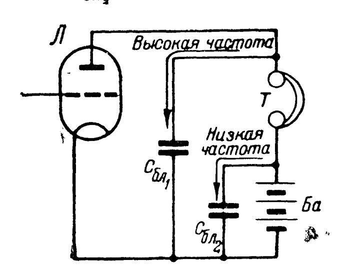
Разделение токов. Телефон пропускает эти составляющие по-разному. Постоянный ток проходит через него свободно. Для тока высокой частоты индуктивное сопротивление катушек телефона является большой преградой—«пробкой», через которую этому току пройти очень трудно. Ток же низкой частоты через телефон проходит более свободно и преобразуется в звук.

Поведение блокировочного конденсатора совершенно противоположно телефону. Он через себя не пропускает постоянный ток, оказывает очень большое сопротивление току звуковой частоты и хорошо проводит токи высокой частоты. Поэтому суммарный анодный ток в точке *а* (фиг. 146) разделяется на составляющие: высокочастотная составляющая пойдет через конденсатор, а постоянная и низкочастотная составляющие, которым трудно пройти через конденсатор, пойдут через телефон. Эти составляющие вновь соединяются в точке *б*, и суммарный ток идет дальше через анодную батарею, к катоду лампы..

Блокировочный конденсатор включается специально для того, чтобы ток высокой частоты, не нужный для действия телефона, пропустить на катод, минуя нагрузку — телефон.

Приемник будет работать и без блокировочного конденсатора. В этом случае ток высокой частоты будет «просачиваться» через междувитковую емкость катушек телефона, емкость соединительных проводников, через емкость, имеющуюся между электродами лампы. Однако, для нормальной работы приемника этого недостаточно. Приемник при этом будет работать слабее. В схеме фиг. 146 высокочастотная и низкочастотная составляющие проходят от точки *б* к катоду лампы через анодную батарею. Анодная батарея оказывает некоторое сопротивление переменным составляющим, которое возрастает

по мере разряда батареи. Поэтому желательно, чтобы переменные составляющие проходили, минуя батарею. Это осуществляется тем, что конденсатор $C_{бл_1}$, служащий для пропускания высокочастотной составляющей, включают между анодом и катодом лампы, а конденсатор $C_{бл_2}$, пропускающий низкочастотную составляющую, параллельно анодной батарее (фиг. 149). При таких включениях токи высокой частоты проходят кратчайшим путем через конденсатор $C_{бл_1}$, а токи низкой частоты—через телефон и конденсатор $C_{бл_2}$, минуя батарею. Емкость блокировочного конденсатора для высокой частоты должна быть 1—3 тыс. *мкмкф*. Увеличение его емкости ведет к тому, что через него будет проходить одновременно часть тока звуковой частоты, отчего приемник начнет „басить". Емкость конденсатора $C_{бл_2}$ должна быть в 0,1 — 2 *мкф*, чтобы для самых низких частот его сопротивление было меньше, чем сопротивление батареи.



Фиг. 149. При такой схеме переменные составляющие анодного тока проходят на катод, минуя батарею.

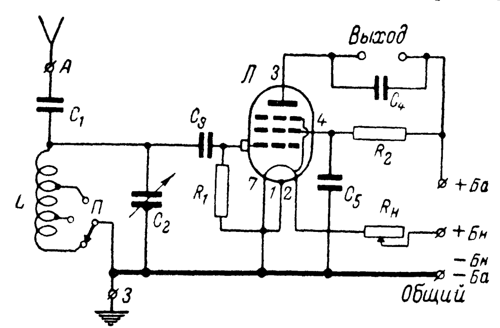
Для простоты пояснения сеточного детектирования и работы однолампового радиоприемника мы рассмотрели схему с трехэлектродной лампой. Но, конечно, схема с пентодом дает лучшие результаты.

КАК СДЕЛАТЬ ПРОСТЕЙШИЙ ОДНОЛАМПОВЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

Принципиальная схема такого приемника приведена на фиг. 150. В нем используется пентод 2Ж2М, 2К2М или СО241. Положительное напряжение на экранирующую сетку лампы подается через сопротивление R_2, величиной 50—80 тыс. *ом*. Эта сетка соединена с катодом лампы через конденсатор C_5 емкостью в 0,1—0,5 *мкф*. Конденсатор C_4 (1—3 тыс. *мкмкф*) блокирует выход приемника. Емкость антенного конденсатора C_1 — 80—100 *мкмкф*; сеточного конденсатора C_3 — 150—200 *мкмкф*. Сопротивление утечки сетки R_1 около 1 *мгом*. Колебательный контур используем от имеющегося детекторного приемника.

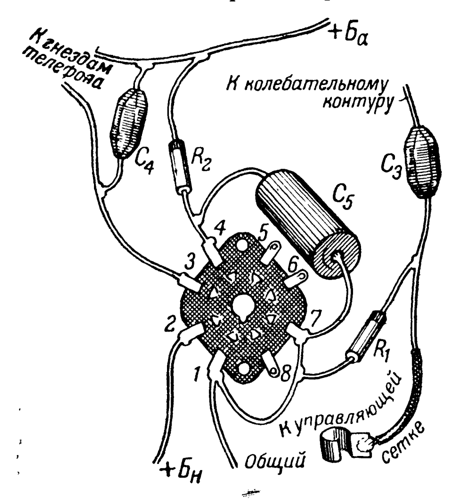
Часть монтажной схемы, относящейся к лампе, показана на фиг. 151. При желании она может быть выполнена на от-

дельной панельке, по типу одноламповоrо усилителя, и соединяться с детекторным приемником. Напряжение анодной батареи может быть 45—80 *в*. При пользовании батареей накала из двух элементов она включается через реостат или



Фиг. 150. Принципиальная схема простейшего батарейного одноламповоrо приемника.

гасящее сопротивление. Эту часть схемы можно смонтировать вместе с детекторным приемником.



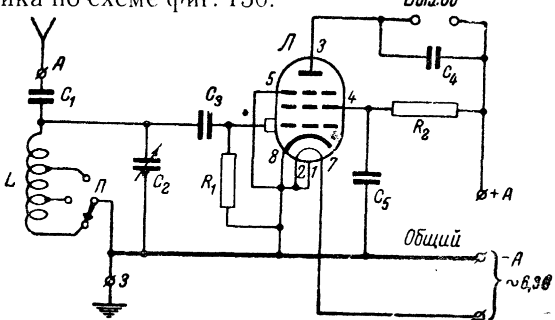
Фиг. 151. Часть монтажной схемы простейшего одноламповоrо приемника.

Во время испытания приемника надо попробовать отсоединить конец сопротивления R_1 от гнезда *7* и присоединить его к гнезду *2*, оставив такое включение, при котором будет лучший результат.

В приемнике можно также использовать трехэлектродную лампу УБ-240. В этом случае детали R_2 и C_5 из схемы надо исключить, а монтаж делать согласно цоколевке этой лампы.

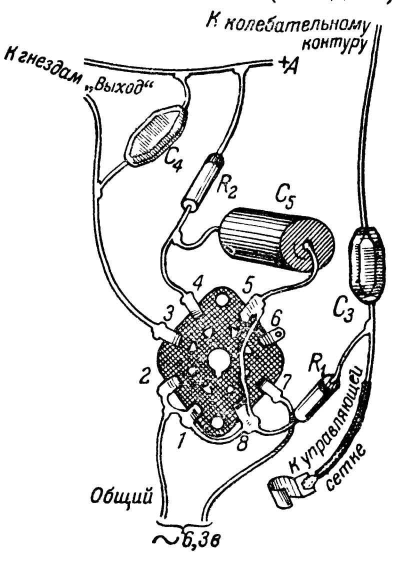
На фиг. 152 приведена принципиальная схема такого же приемника, но с подогревной лампой. В ней можно использовать пентоды 6К7, 6Ж7 или 6К9. Цоколевка этих ламп одинаковая. Защитная сетка (гнездо *5*) соединяется с катодом лампы (гнездо *8*) во время монтажа. Данные дета-

ией этого приемника имеют те же значения, что и для батарейного приемника по схеме фиг. 150.



Фиг. 152. Принципиальная схема простейшего одноалампового приемника с подогревной лампой.

Катод лампы и один из концов нити накала соединены между собой и с зажимом «*Земля*». Баллон лампы (гнездо *1*) также заземлен. Источник переменного тока (6,3 *в*) для питания цепи накала присоединяется к зажиму «*Общий*» и к зажиму, соединенному с гнездом *7* панельки. Источник постоянного тока для питания анодной и экранирующей сетки цепей присоединяется: минусом к зажиму «*Общий*» и плюсом к зажиму $+A$.



Фиг. 153. Часть монтажной схемы простейшего сетевого одноалампового приемника, относящаяся к лампе.

Такой приемник можно питать от любого выпрямителя, описание которых дается ниже, в беседе о питании приемников от сети.

Часть монтажной схемы приемника с подогревным пентодом приведена на фиг. 153.

Когда приемник будет смонтирован, надо проверить правильность и прочность всех соединений, приключить источники питания и включить в гнезда «*Выход*» электромагнитный телефон. Если дотронуться пальцем до управляющей сетки лампы, то в телефоне долж-

ны послышаться гул и писк, свидетельствующие об исправной работе лампы. После этого можно включить антенну и заземление и производить настройку приемника.

Если же приемник работать не будет, нужно осмотреть монтаж и проверить детали телефонным испытателем.

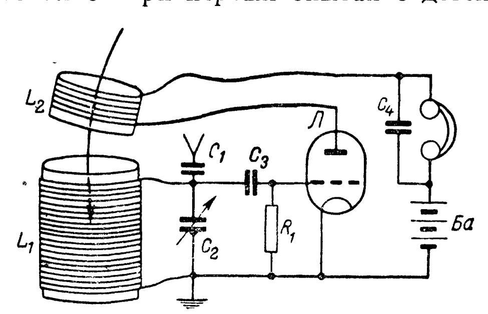
При наружной антенне и хорошем заземлении одноламповый приемник будет работать так же, как детекторный приемник с приставкой для усиления низкой частоты. Для приема дальних станций чувствительность этого приемника недостаточна.

Что же надо сделать для того, чтобы повысить его чувствительность и тем самым иметь возможность принимать отдаленные станции?

Прежде чем говорить об этом, давайте проведем опыт.

ОПЫТ С ОДНОЛАМПОВЫМ ПРИЕМНИКОМ

В анодную цепь лампы приемника между анодом и телефоном включим малую катушку (фиг. 154), которой мы пользовались при первых опытах с детекторным приемником. Будем теперь называть ее анодной катушкой и обозначим L_2. Настроившись на какую-либо радиостанцию, приблизим анодную катушку L_2 к катушке колебательного контура L_1. При этом мы должны получить усиление либо ослабление приема. Если замечается ослабление, — перевернем анодную катушку другой стороной и опять поднесем ее к катушке контура. Чем больше будем сближать катушки, тем большее усиление должно получиться. Если же ввести анодную катушку внутрь катушки контура, то в телефоне будет слышен свист, искажающий передачу. Включением новой катушки мы получили приемник с **обратной связью**. С помощью его можно на телефон слушать многие радиостанции, которые сложный многоламповый радиоприемник принимает на громкоговоритель. Расскажем, что при этом происходит.



Фиг. 154. Опыт с простейшим одноламповым приемником.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

В колебательном контуре происходят колебания за счет принятой энергии радиоволн. Мы знаем, что и в анодной цепи лампы тоже существуют колебания высокой частоты. Они более сильные, чем колебания в контуре L_1C_2.

Проходя через катушку L_2, они будут индуктировать в катушке L_1 также колебания высокой частоты. Следовательно, некоторая часть энергии высокой частоты из катушки L_2 будет передаваться в контурную катушку L_1.

Такой способ передачи энергии из анодной цепи лампы в приемный контур носит название обратной связи, а катушка L_2 называется катушкой обратной связи. Приемник с обратной связью называют регенеративным, или просто регенератором. Колебания, полученные контуром из анодной цепи через катушку обратной связи, будут усиливать те колебания, которые были в контуре. Усиленные, они вновь подаются на сетку лампы, усиливаются, снова подаются обратно в контур сетки и так далее, пока не наступит некоторый предел усиления, который зависит от величины обратной связи, т. е. от сближения катушек L_1 и L_2. Изменяя обратную связь, мы можем изменить величину усиления. Одновременно с этим приемник становится более избирательным, т. е. способным более четко выделять ту станцию, на которую он настроен.

Собственная генерация. Когда обратная связь дает колебательному контуру много энергии, контур начинает создавать свои собственные колебания, как говорят, контур начинает генерировать токи высокой частоты. В этом случае приемник с обратной связью становится маленьким передатчиком. В нем колебания существуют независимо от того, поступают колебания из антенны или нет.

То, что приемник с обратной связью обладает повышенным усилением и избирательностью, в этом его достоинство. А вот то, что он при сильной обратной связи склонен к генерированию токов высокой частоты, в этом его недостаток. Этот недостаток заключается в том, что в контуре могут одновременно получиться колебания, которые он принимает, и генерируемые колебания. Эти два колебания, складываясь вместе, образуют так называемые биения, представляющие собой новый вид колебаний.

Что же это за биения?

Настроим наш приемник на передающую радиостанцию. Доведем катушку обратной связи до генерации и, слегка по-

вернув ручку настройки, расстроим немного контур. Мы услышим, кроме передачи, еще добавочный звук, высота которого будет расти по мере расстройки контура.

Эти колебания звуковой частоты, слышимые в телефоне, и являются биениями. Они слышны вместе с принимаемой передачей, искажают и портят ее.

Но этим еще не исчерпываются недостатки генерирующего приемника. Он, кроме того, искажает прием на соседних приемниках, которые сами работают нормально и не генерируют. Происходит это потому, что через антенну генерирующего приемника его колебания излучаются в пространство и достигают антенн находящихся поблизости приемников. При попытке приема на эти приемники той же станции, на которую настроен излучающий приемник, в них будут также создаваться два вида колебаний, биения которых дадут свист, мешающий приему.

Помехи от регенераторов представляют большое зло. Поэтому владельцы приемников с обратной связью должны быть осторожны в обращении с ними.

Усиление с помощью обратной связи. Наибольшее усиление у приемника с обратной связью получается на пороге генерации, т. е. когда достаточно малейшего движения катушки обратной связи, чтобы приемник загенерировал. В таком положении приемник дает наибольшее усиление и не искажает передачи. Обратная связь обеспечивает значительное усиление очень слабых приходящих колебаний.

Таким образом, приемник с обратной связью является приемником для дальнего приема, но громкоговорящего приема он не обеспечивает. Для приема на громкоговоритель приходится добавлять к нему усилитель низкой частоты.

Отметим, что обратная связь может давать не только усиление, но и ослабление приема. Это получится, если перевернуть катушку обратной связи, или, переключив ее выводы, изменить в ней направление тока. При одном направлении тока катушка обратной связи усиливает колебания в контуре, при противоположном — заглушает их. Поэтому первый случай обычно называют *положительной* обратной связью, а второй — *отрицательной* обратной связью.

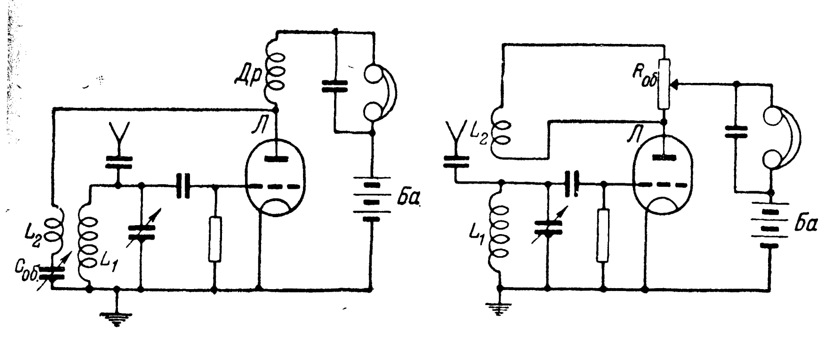
СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

В схеме, показанной на фиг. 154, величина обратной связи подбирается путем изменения положения катушки обратной связи относительно катушки контура. Такая схема обратной

связи носит название схемы с индуктивной обратной связью и последовательным питанием.

Существует ряд других способов регулировки обратной связи. Разберем из них наиболее распространенные. В схеме, показанной на фиг. 155, катушка обратной связи L_2 укрепляется неподвижно рядом с катушкой контура, а обратная связь регулируется переменным конденсатором $C_{об}$, который так и называется конденсатором обратной связи.

Мы знаем, что сопротивление конденсатора переменному току тем больше, чем меньше его емкость и чем меньше часто-



Фиг. 155. Схема регулировки обратной связи переменным конденсатором.

Фиг. 156. Схема регулировки обратной связи переменным сопротивлением.

та тока. Уменьшая емкость конденсатора $C_{об}$, мы увеличиваем его сопротивление переменному току высокой частоты. В результате этого ток в катушке обратной связи уменьшается, и тем самым уменьшается сила обратной связи.

Всмотримся внимательно в схему фиг. 155. Проследим ее анодную цепь. Минус анодной батареи соединен с катодом лампы, а плюс — с анодом лампы через телефон и дроссель *Др*. Но к аноду лампы присоединена еще одна цепь: катушка обратной связи L_2 и конденсатор $C_{об}$, который соединяется с катодом лампы. Обе эти параллельные анодные цепи несут различные токи: левая цепь — только ток высокой частоты, а правая цепь — ток низкой частоты (вместе с постоянным током). Почему же так распределились токи?

По левой цепи постоянный ток течь не может. Его не пустит конденсатор $C_{об}$. Этот же конденсатор оказывает очень большое сопротивление току звуковой частоты.

В правую цепь доступ току высокой частоты закрыт, так как он встречает там специально поставленную преграду — дроссель высокой частоты *Др*. Таким образом, по правой ветви через телефон пойдет только звуковая частота; она заставит его звучать. Такую схему обратной связи называют схемой с параллельным питанием.

На фиг. 156 показана схема, в которой обратная связь регулируется переменным сопротивлением $R_{об}$.Катушка обратной связи L_2 намотана на общем каркасе с катушкой колебательного контура. Переменное сопротивление $R_{об}$ включено параллельно катушке обратной связи. Перемещением ползунка сопротивления мы можем изменять ток в катушке обратной связи. В тот момент, когда сопротивление $R_{об}$ будет иметь наибольшую величину (ползунок в верхнем положении), он будет оказывать значительно большее сопротивление анодному току и в том числе его высокочастотной составляющей, чем катушка. В этом случае почти весь анодный ток вынужден будет итти через катушку обратной связи. Величина обратной связи в это время наибольшая.

Когда же мы уменьшаем сопротивление $R_{об}$ (ползунок перемещается к аноду), большая часть анодного тока потечет через это сопротивление, не попадая в катушку. Этим мы уменьшаем обратную связь.

КАК СДЕЛАТЬ ОДНОЛАМПОВЫЙ ПРИЕМНИК С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

На фиг. 157 дана принципиальная схема[1] одноламповогo радиоприемника с питанием от батарей. В этом приемнике можно использовать пентод 2Ж2М, 2К2М или СО-241.

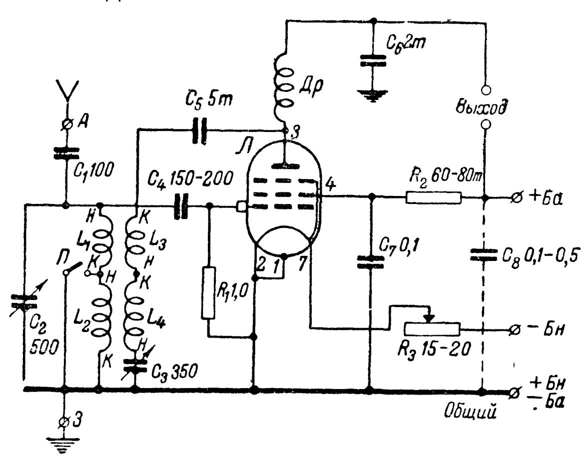
Конденсатор C_5 в этой схеме является предохранительным на случай замыкания переменного конденсатора C_3, регулирующего обратную связь. Если конденсатора C_5 не будет в схеме, то при случайном соединении пластин конденсатора C_3 анодная батарея окажется замкнутой накоротко. Наличие конденсатора C_5 исключает эту неприятность. Конденсатор C_8 (0,1—0,5 *мкф*) блокирует анодную батарею для переменной составляющей звуковой частоты. Хотя приемник будет рабо-

---

[1] Начиная с этой схемы, величины сопротивлений и конденсаторов будут обозначаться сокращенно, согласно приложению 8, приведенному в конце книги.

тать и без этого конденсатора, однако его присутствие в схеме желательно, особенно при частично разрядившейся анодной батарее.

Приемник имеет два диапазона: средневолновой — от 200 до 550 *м* и длинноволновой — от 750 до 2 000 *м*. Когда переключатель *П* разомкнут, в колебательный контур входят конденсатор переменной емкости C_2 и две последовательно соединенные катушки L_1 и L_2. При этом мы получаем настройку на длинноволновом диапазоне.



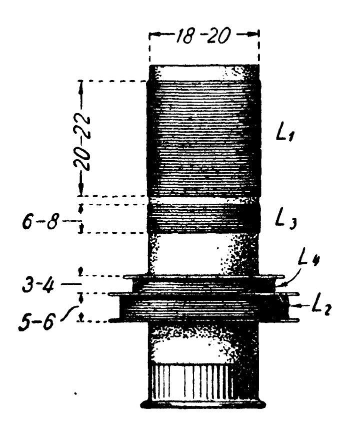
Фиг. 157. Принципиальная схема батарейного приемника с обратной связью.

Если же переключатель *П* замкнут, катушка L_2 окажется замкнутой накоротко и в контуре будет работать только катушка L_1. При этом получится прием средних волн. Плавная настройка осуществляется конденсатором переменной емкости C_2.

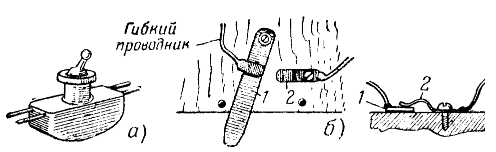
Катушка обратной связи также состоит из двух последовательно соединенных катушек L_3 и L_4. Когда приемник настраивается в диапазоне средних волн, катушка L_1 получает дополнительную энергию из анодной цепи в основном через катушку L_3. Катушка L_4 в это время принимает менее активное участие в работе. При приеме же длинных волн, когда в контур входят обе катушки L_1 и L_2, в цепи обратной связи с одинаковой активностью действуют обе катушки обратной связи (L_3 и L_4). Регулировка обратной связи осуществляется конденсатором C_3.

Детали приемника. Данные сопротивлений и конденсаторов указаны на принципиальной схеме. Емкости C_7 и C_8 можно значительно увеличить, что иногда положительно сказывается на работе приемника. Если цепь накала будет питаться от одного элемента, то необходимость в сопротивлении R_3 отпадет.

Устройство катушек приемника показано на фиг. 158. Они располагаются на одном общем каркасе и соединяются согласно принципиальной схеме приемника. Средневолновые катушки (L_1 и L_3) однослойные, а длинноволновые (L_2 и L_4) многослойные. Катушка L_1 содержит 120 витков, катушка L_3— 60 витков, катушка L_2—230 витков и катушка L_4—80 витков. Средневолновые катушки намотаны проводом ПЭ 0,15—0,2 *мм*, а длинноволновые проводом ПЭШО 0,1—0,15 *мм*. Число витков указано ориентировочно.



Фиг. 158. Катушки для однолампового приемника с обратной связью.



Фиг. 159. Переключатели.
а — малогабаритный заводской переключатель; *б* — самодельный переключатель ножевого типа.

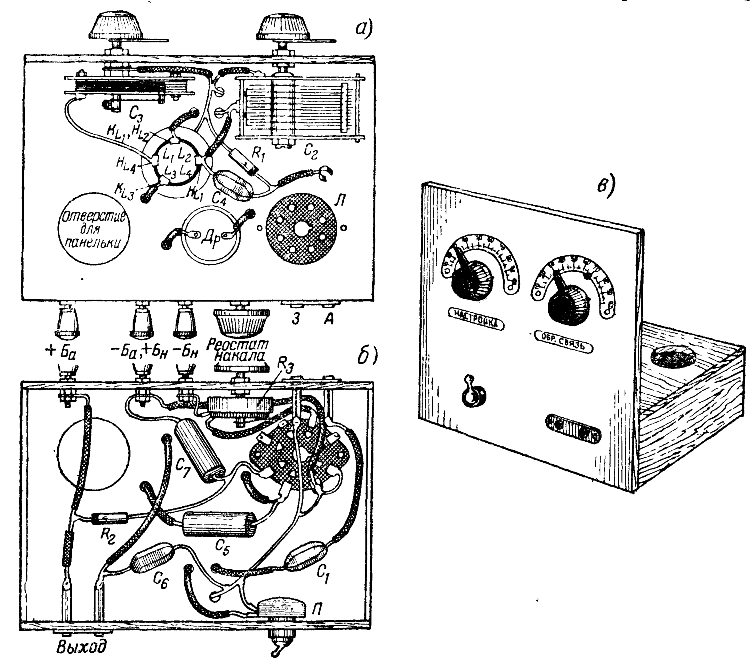
При намотке катушек необходимо следить, чтобы направление витков катушек L_1 и L_2, а также L_3 и L_4 было в одну сторону.

Дроссель высокой частоты *Др* заводской или самодельный. Переключатель диапазонов *П* также может быть готовым или самодельным (фиг. 159).

Конструкция и монтаж. Конструкция и монтаж приемника показаны на фиг. 160. Приемник монтируется на угловой панели. На лицевую сторону ее вертикальной части выходят оси конденсатора настройки C_2, конденсатора обратной связи C_3, снабженные ручками, ручка переключателя *П* и гнезда для включения телефона. На горизонтальной части панели размещены лампа и катушка. Ручка реостата, зажимы для подключения питания, а также гнезда антенны и заземления выведены на заднюю стенку панели. Все остальные детали находятся

в «подвале» панели. Размер панели дан с запасом, чтобы на ней уместилась в случае надобности одна ступень усиления низкой частоты. Для этой же цели на панели подготовлено отверстие. В зависимости от имеющихся деталей размер конструкции в целом может быть изменен.

Налаживание. Приемник рекомендуем налаживать в следующем порядке. Сначала, присоединив детектор и телефон



Фиг. 160. Конструкция и монтаж одноллампового приемника с обратной связью.

к контуру, испытываем его, как детекторный приемник. Затем, отпаяв проводник, идущий от анода лампы к конденсатору C_5 и к катушке обратной связи, нужно вставить лампу, приключить питание и испытать приемник без обратной связи. Добившись работы приемника без обратной связи и настроившись на радиостанцию в средневолновом диапазоне, включим обратную связь (припаяв упомянутый проводник к аноду лампы). При увеличении емкости конденсатора C_3 громкость приема должна повышаться. В некотором положении конденсатора обратной связи мы услышим мягкий щелчок, после которого

появится свист, искажающий прием. Этот щелчок является порогом генерации. Если же щелчок не появится, а увеличение емкости конденсатора C_3 будет снижать громкость приема, значит неправильно включены катушки обратной связи. В этом случае начало L_3 и конец L_4 нужно поменять местами.

Генерация должна наступать примерно при среднем положении подвижных пластин конденсатора обратной связи. Если же она наступает слишком рано (при небольшой емкости C_3), значит, велика индуктивность катушки обратной связи. Наоборот, поздний порог генерации (при большой емкости C_3) указывает на недостаточную индуктивность катушки L_3. Нужно добиться, чтобы порог генерации наступал в среднем положении конденсатора обратной связи. Это достигается увеличением (для первого случая) или уменьшением (для второго случая) числа витков катушки обратной связи L_3, без изменения индуктивности катушки L_4.

Если с увеличением обратной связи громкость приема возрастает, но генерация не наступает даже при наибольшей емкости конденсатора C_3, это также является следствием малой индуктивности катушки L_3. В некоторых случаях полезно бывает катушку обратной связи намотать поверх катушки контура, сделав между ними бумажную прокладку.

После того как будет налажен средневолновый диапазон, переключатель $П$ устанавливается на длинные волны. Длинноволновый диапазон налаживается точно так же, как и средневолновый, но не затрагивая катушек средневолнового диапазона. Здесь также нужно добиться, чтобы порог генерации наступал в среднем положении конденсатора обратной связи.

Не исключено, что на длинноволновом диапазоне увеличение емкости конденсатора обратной связи будет ухудшать прием, в то время как в средневолновом диапазоне обратная связь работает нормально. Это бывает из-за невнимания при намотке катушек или соединения их между собой. В этом случае придется поменять местами выводы катушки L_4.

Работа с приемником. Быстрая и точная настройка такого приемника достигается опытом, в результате ознакомления со всеми его особенностями.

Приемник может работать от одного свежего элемента в цепи накала и при напряжении анодной батареи в 25—30 *в* (например, от 5—6 последовательно соединенных батареек от карманного фонаря). Правда, при пониженном напряжении

источников питания слабее действует обратная связь и вместе с этим падает и усиление, но даже при таких условиях, освоив приемник, можно иметь неплохой результат.

Работа приемника будет значительно лучше при напряжении анодной батареи 80—90 *в* и напряжении накала 2 *в*.

При приеме местных или наиболее мощных близко расположенных радиовещательных станций настройка очень проста. Нужно вращать ручку настройки до получения наибольшей громкости, затем установить регулятор обратной связи, не доводя его до порога генерации. В итоге получим наилучшую слышимость.

Другое дело при приеме дальних станций. В этом случае приемник дает наибольшее усиление на самом пороге генерации, чуть-чуть не доходя его. Регулятор обратной связи доводят до появления щелчка с характерным шумом и медленно вращают ручку настройки. Радиостанция при этом обнаруживается появлением свиста высокого тона. Дальнейшее вращение ручки настройки (очень медленное) сопровождается снижением, а затем повышением его тока. Ручка настройки должна быть установлена на среднее положение относительно свистов. Затем обратную связь уменьшают до прекращения свиста и незначительным поворотом ручки настройки подстраивают приемник до наиболее громкого приема. Этими тонкостями настройки можно с успехом овладеть в течение нескольких минут.

Настраиваются обычно обеими руками; одной рукой вращают ручку настройки, а другой — регулируют обратную связь.

Использование катушек детекторного приемника. В одноламповом приемнике с обратной связью можно использовать имеющиеся катушки индуктивности, которые мы делали для детекторных приемников.

Очень удобно, например, использовать вариометр. Его малая катушка может быть катушкой обратной связи, а большая войдет в колебательный контур. Грубая настройка контура будет производиться переключением отводов большой катушки, а плавная — переменным конденсатором. При этом катушка обратной связи (подвижная катушка вариометра) включается по схеме фиг. 154.

Регулировка обратной связи в этом случае будет осуществляться вращением анодной катушки внутри катушки колебательного контура.

Чтобы использовать цилиндрическую катушку, ее нужно обернуть одним слоем бумаги, а затем поверх бумаги намотать в один слой 60—80 витков провода ПЭ или ПЭШО 0,15—0,2 *мм*, распределив их по всей длине катушки. Верхняя намотка будет катушкой обратной связи, которая включается по фиг. 156. В этом случае регулировка обратной связи осуществляется переменным сопротивлением, величина которого должна составлять 4—8 тыс. *ом*. Желательно, чтобы это сопротивление было проволочным. Грубая настройка приемника производится переключением секций, а плавная — переменным конденсатором. Настройка катушки при помощи переключателей, как это было в простом детекторном приемнике, здесь непригодна, так как такой способ не дает точности настройки, а для приемника с обратной связью точность имеет решающее значение.

Те из наших читателей, которые собирали детекторный приемник с настройкой металлом, могут сделать еще одну катушку корзинчатого типа, имеющую 100—120 витков. Ее надо приспособить так же, как и металлический диск, только с другой стороны.

Эта вторая катушка будет катушкой обратной связи. Включить ее надо по схеме, показанной на фиг. 154.

Проводя эксперименты с различными схемами обратной связи, принимайте все меры к тому, чтобы провода анодной и сеточной цепей были возможно короче и удалены дальше друг от друга. Иначе возникает обратная связь, не поддающаяся регулировке.

ПРИЕМНИК С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ ПИТАНИЯ ОТ СЕТИ

Принципиальная схема сетевого варианта приемника показана на фиг. 161. Его работа, налаживание и пользование им ничем не отличаются от батарейного приемника. Разница между ними заключается только в следующем:

1) В батарейном варианте есть реостат накала, а в сетевом реостат не нужен.

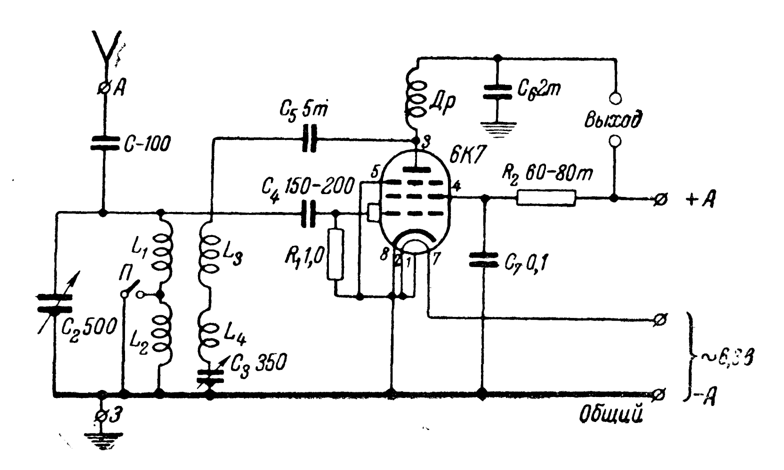
2) У подогревной лампы катод имеет отдельный вывод (штырек *8*), который соединяется с общим заземленным проводником. У батарейной же лампы катодом является нить накала; она штырька *8* не имеет.

3) Защитная сетка батарейной лампы соединена с катодом внутри лампы. Эта сетка у подогревной лампы имеет отдельный вывод (штырек *5*), но все равно во время монтажа она

соединяется с катодом. Штырька *5* батарейная лампа не имеет.

4) В батарейном приемнике имеется конденсатор C_8, блокирующий батарею, в то время как в схеме сетевого приемника его нет. Но такой конденсатор будет в выпрямителе, от которого будет питаться приемник.

В остальном схемы совершенно одинаковые.



Фиг. 161. Принципиальная схема сетевого однолампового приемника с обратной связью.

Таким образом, если вышеописанный батарейный приемник дополнить двумя соединениями, то им можно будет пользоваться и как батарейным и как сетевым приемником. Для этого надо заменить только лампу и присоединять различные источники питания. Это очень удобно.

Если имеется сеть переменного тока, приемник питается от выпрямителя. Идешь в поход или едешь в лагерь, где нет осветительной сети, пользуешься им, как батарейным приемником.

Для сетевого варианта приемника можно использовать лампы 6К7, 6Ж7, 6К9 или новые одноцокольные лампы 6SK7 и 6SJ7. Электроды одноцокольных ламп соединены со штырьками несколько иначе (см. приложение 9 в конце книги).

Вопросам питания сетевых приемников мы посвятим специальную беседу.

Беседа восемнадцатая

ТРАНСФОРМАТОР И ДРОССЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

В сложных приемниках, которые мы будем делать во время следующих бесед, нам придется применять трансформаторы и дроссели низкой частоты. Поговорим в этой беседе о них.

Трансформировать — значит преобразовывать. В электротехнике и радиотехнике трансформатором называется прибор, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения.

Честь изобретения трансформатора переменного тока принадлежит П. Н. Яблочкову, который еще в 1876 г. указал принцип трансформации переменного тока.

Среди конструкторов первых трансформаторов был И. Ф. Усагин, демонстрировавший свой трансформатор в 1882 г. на выставке в Москве.

Трансформатор является одним из необходимейших электротехнических и радиотехнических приборов.

С помощью трансформатора переменный ток относительно низкого напряжения может быть преобразован в ток более высокого напряжения при небольших потерях энергии. С помощью трансформатора можно сделать и обратное преобразование.

Трансформаторы дают возможность передавать переменный ток по проводам на большое расстояние без значительных потерь. Они широко применяются в телефонной аппаратуре и в радиоаппаратуре.

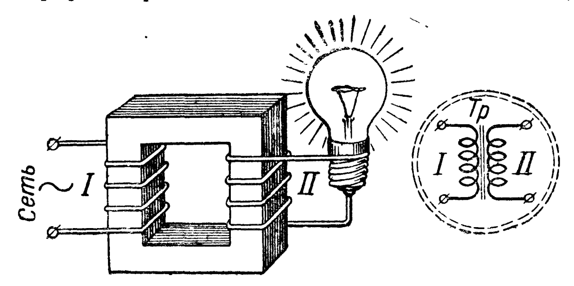
УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРА НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Устройство простейшего трансформатора низкой частоты, и его схематическое обозначение показаны на фиг. 162. Он состоит из обмоток, намотанных изолированной проволокой, и сердечника, собранного из пластин трансформаторной стали.

Обмотки трансформатора обозначают так же, как катушки индуктивности. Линии между ними символически обозначают сердечник. Сколько обмоток имеет трансформатор, столько катушек и показывается на схеме. Действие трансформатора заключается в том, что переменный ток, проходя по одной из его обмоток, индуктирует в другой обмотке переменную э. д. с. Если между концами второй обмотки включить какую-либо нагрузку, создается замкнутая цепь, по которой потечет переменный ток. Обмотка, к которой подводится ток, предназна-

ченный для трансформирования, всегда именуется первичной обмоткой трансформатора. Обмотка (или обмотки), в которой индуктируется ток, называют вторичной обмоткой. Частота тока, индуктированного во вторичной обмотке, строго соответствует частоте тока, протекающего по первичной обмотке. Ток в цепи вторичной обмотки зависит от напряжения на зажимах обмотки и сопротивления ее цепи.

Напряжение на зажимах вторичной обмотки зависит от напряжения, приложенного к зажимам первичной обмотки, и соотношения числа витков в обмотках. Если вторичная обмотка трансформатора имеет меньшее число витков, чем пер-



Фиг. 162. Устройство и схематическое обозначение трансформатора низкой частоты.

вичная, во вторичной обмотке будет меньшее напряжение, чем в первичной, и наоборот. Напряжение, индуктируемое во вторичной обмотке, можно подсчитать простым арифметическим способом: во сколько раз она имеет большее (или меньшее) число витков, во столько же раз большее (или меньшее) напряжение в ней будет по сравнению с напряжением, подводимым к первичной обмотке. Так, например, если первичная обмотка имеет 1 000 витков, а вторичная 2 000 витков, то, включив на первичную обмотку переменное напряжение в 120 *в*, мы получим на вторичной обмотке напряжение 240 *в*. Если же напряжение 120 *в* подвести к обмотке, имеющей 2 000 витков, то в обмотке, имеющей 1 000 витков, получим напряжение 60 *в*. Обмотка, имеющая 2 000 витков, в первом случае будет вторичной, а во втором случае — первичной.

Когда напряжение на вторичной обмотке больше напряжения на первичной обмотке, трансформатор называют повышающим, а когда напряжение на вторичной обмотке меньше напряжения на первичной обмотке, трансформатор называют понижающим.

Отношение числа витков первичной обмотки трансформатора к числу витков вторичной обмотки называют его коэффициентом трансформации. Так, например, если говорят, что трансформатор имеет коэффициент трансформации 1 : 2 (говорят — один к двум), значит его вторичная обмотка имеет в два раза больше витков, чем первичная; это повышающий трансформатор. Если же коэффициент трансформации трансформатора 3 : 1 (три к одному), значит это понижающий трансформатор.

Необходимо помнить, что мощность тока в цепи вторичной обмотки (или сумма мощностей всех вторичных обмоток, если их несколько) никогда не превышает мощность тока, потребляемого первичной обмоткой. Это значит, что если мы повышаем напряжение, то обязательно проигрываем в токе. И наоборот, понижая напряжение, мы можем взять от вторичной обмотки больший ток, но при уменьшенном напряжении.

Обмотки трансформатора обычно наматывают на картонном каркасе. Каждая обмотка отделена от другой прокладкой из пропарафинированной бумаги или другого изоляционного материала. Выводы от обмоток пропускают через отверстие в боковых щечках (стенках) каркаса. Сердечник трансформатора проходит через окно каркаса, на котором имеются обмотки, и охватывает его. Сердечник собирают из отдельных пластинок толщиной в 0,35—0,5 *мм*, вырезанных из специальной трансформаторной стали. Пластинки изолированы друг от друга тонкой бумагой или лаком. Изоляцию иногда делают путем отжигания пластин, при котором на них получается слой окалины, обладающей свойствами плохого проводника. Сердечник, собранный из пластин, часто называют пакетом трансформатора.

По устройству сердечников трансформаторы разделяются на стержневые и броневые.

В стержневых трансформаторах сердечник охватывает каркас только с одной стороны (фиг. 163,*а*).

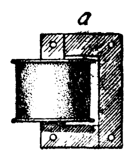
В броневых трансформаторах сердечник охватывает каркас с двух сторон (фиг. 163,*б*).

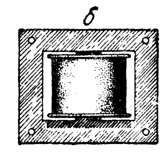
Наиболее распространенный тип трансформаторов — броневой. Его сердечник собирается из пластин, форма которых напоминает букву «Ш». Эти пластины поэтому называются Ш-образными пластинами.

На фиг. 164,*а* показана цельноштампованная Ш-образная пластина, а на фиг. 164,*б* такая же пластина, но с отдельной замыкающей накладкой. Второй тип пластин имеет перед

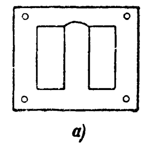
цельноштампованными то преимущество, что позволяет в сердечнике делать небольшой «воздушный зазор». Такой зазор бывает нужен в трансформаторах и дросселях низкой частоты.

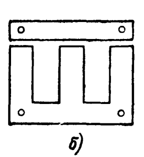
Ш-образные пластины различают по ширине среднего язычка (керна) и обозначают так: Ш-25, Ш-19 и т. д. Если, например, пишут «сердечник трансформатора собран из пластин Ш-25» — это значит, что в сердечнике этого трансформатора применены Ш-образные пластины, имеющие средний язычок шириной в 25 *мм*.





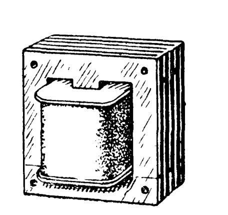
Фиг. 163. Устройство сердечников трансформатора низкой частоты.



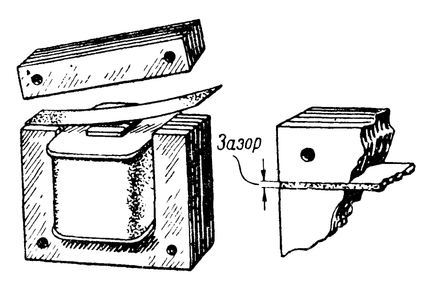


Фиг. 164. Пластины из трансформаторной стали.

В том случае, когда в сердечнике не требуется делать зазор, пластины собирают вперекрышку, как показано на фиг. 165. Когда же необходим зазор, пластины собирают встык (фиг. 166), т. е. собирают в отдельные пачки основные и замыкающие пластины и затем прикладывают их друг к другу. Требуемую толщину воздушного зазора обеспечивают картонной прокладкой.



Фиг. 165. Сборка сердечника трансформатора „вперекрышку" (без воздушного зазора).



Фиг. 166. Сборка сердечника трансформатора „встык" (чтобы сделать воздушный зазор).

Сердечник трансформатора стягивается болтами или специальной скобой. Чтобы не было соединения между пластинами через болты, последние обертываются тонкой бумагой.

Одной из основных характеристик любого трансформатора является площадь поперечного сечения его сердечника. Она определяется умножением ширины среднего язычка пластины на толщину пакета сердечника и выражается в квадратных сантиметрах. Иными словами, площадь поперечного сечения сердечника трансформатора примерно равна площади окна каркаса, заполняемого пластинами.

От площади сечения сердечника зависит предел электрической мощности, которая может быть преобразована с помощью данного трансформатора. Чем больше площадь сечения его сердечника, тем большую мощность тока можно получить на вторичных обмотках трансформатора.

Числа витков и диаметры проводов в обмотках зависят от того, где данный трансформатор используется, какую нужно получить мощность электрического тока от его вторичной обмотки.

Трансформаторы низкой частоты различают между собою по их использованию в аппаратуре. Нам придется иметь дело с трансформаторами междуламповыми, выходными и силовыми.

МЕЖДУЛАМПОВЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

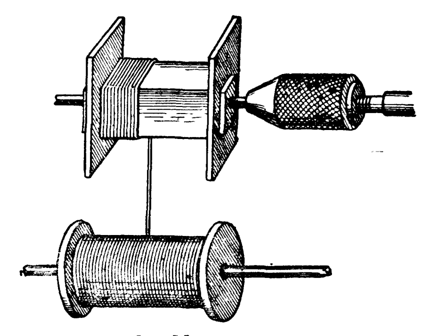
Междуламповые трансформаторы чаще всего используют в приемниках и усилителях, питаемых от батарей.

Как говорит само наименование, междуламповый трансформатор включают между двумя лампами (между двумя ступенями) приемника и усилителя. С его помощью передают переменное напряжение низкой частоты из анодной цепи одной лампы в цепь сетки другой лампы. Для этого его первичная обмотка обычно включается в анодную цепь первой лампы (например, детекторной). Вторичная обмотка трансформатора включается в цепь управляющей сетки лампы следующей ступени. Междуламповые трансформаторы, как правило, делаются повышающими с коэффициентами трансформации от 1 : 2 до 1 : 5. Сечение сердечника таких трансформаторов бывает в пределах от 1,5 до 3 *см*². Число витков первичной обмотки бывает от 2 000 до 4 000 витков, а число витков вторичной обмотки зависит от необходимого коэффициента трансформации. Если, например, первичная обмотка

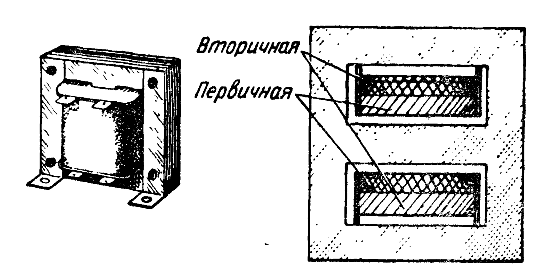
имеет 3 000 витков, то для трансформатора с коэффициентом трансформации 1 : 2 вторичная обмотка должна иметь 6 000 витков; для трансформатора с отношением витков 1 : 3—9 000 витков и т. д.

Обмотки междулампового трансформатора наматывают из проволоки ПЭ 0,08—0,15 *мм*.

Если читатель пожелает сам изготовить междуламповый трансформатор, то надо прежде всего найти какой-либо негодный трансформатор (важно, чтобы в нем были сердечник и каркас), имеющий сердечник подходящего сечения Его надо разобрать, удалить неисправные обмотки, намотать новые и вновь собрать сердечник. На каркас сначала наматывают первичную обмотку, а поверх ее вторичную. Через каждые 300—400 витков следует делать прокладки из тонкой пропарафинированной бумаги в 1—2 слоя (такую бумагу можно взять от негодных бумажных конденсаторов или купить тонкую «компрессную» бумагу в аптеке). Между обмотками нужно прокладывать по 3—4 слоя такой



Фиг. 167. Намотка катушек трансформатора с помощью дрели.

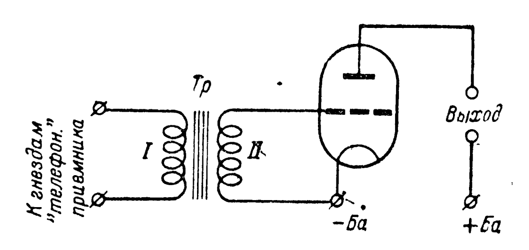


Фиг. 168. Внешний вид и расположение обмоток междулампового трансформатора.

бумаги. Выводы концов обмоток надо делать гибким многожильным проводом, пропуская их через проколы в щеках каркаса. Во избежание повреждений проволоки верхних слоев обмотки их следует обернуть толстой бумагой или тканью.

Катушки трансформатора лучше всего наматывать с помощью ручной дрели, как показано на фиг. 167. По размеру окна каркаса вырезается деревянный шаблон, который плотно вставляется в каркас. Дрель зажимают в тиски, укрепленные неподвижно на столе или верстаке. В патрон дрели зажимается трехгранно заточенный гвоздь, на который насаживается шаблон. Правой рукой вращают ручку дрели, а левой — укладывают проволоку на каркас. Если дрели не окажется, то намотку придется делать вручную с использованием деревянного шаблона.

Во время намотки катушек проволоку сильно натягивать нельзя, так как даже при небольшом натяжении она легко



Фиг. 169. Схема использования междулампового трансформатора для усилителя к детекторному приемнику.

рвется. Если все же проволока оборвется, концы ее надо осторожно зачистить, скрутить и пропаять. Место спайки должно быть изолировано тонкой бумагой.

Общий вид готового трансформатора и его вид в разрезе показаны на фиг. 168.

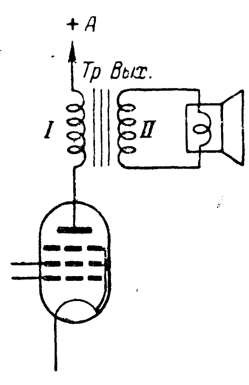
Междуламповые трансформаторы часто используются в одноламповом усилителе для детекторного приемника (фиг. 169). При этом первичная обмотка трансформатора включается в гнезда *«Телефон»* детекторного радиоприемника. Если взять трансформатор с коэффициентом трансформации 1 : 3 или 1 : 4, получится достаточно громкая слышимость на громкоговоритель «Рекорд».

ВЫХОДНОЙ ТРАНСФОРМАТОР

Его основное назначение заключается в том, чтобы мощность тока звуковой частоты, развиваемую на выходе приемника или усилителя, передать громкоговорителю. Он имеет обычно две обмотки. Первичная обмотка трансформатора

включается в анодную цепь выходной лампы (фиг. 170). Поэтому первичную обмотку часто называют анодной обмоткой. Вторичная обмотка соединяется с громкоговорителем. От правильного выбора числа витков обмоток выходного трансформатора зависит качество звучания громкоговорителя и наивыгоднейшее использование мощности тока звуковой частоты, развиваемого усилителем.

Выходные трансформаторы чаще всего используются в радиоприемниках, рассчитанных для работы на громкоговоритель электродинамического типа (динамик). Они обычно имеют коэффициент трансформации 80 : 1, 50 : 1, т. е. являются понижающими. Они понижают напряжение, но пропорционально этому увеличивают ток, который необходим для работы динамика. Первичная обмотка выходного трансформатора имеет несколько тысяч витков и наматывается проводом ПЭ 0,1—0,15 *мм*; вторичная обмотка имеет 50—100 витков провода ПЭ 0,5—0,8 *мм*.



Фиг. 170. Схема включения выходного трансформатора.

Для выходных трансформаторов используются сердечники сечением 2,5—6 *см*^{2}. В сердечнике делается воздушный зазор в 0,2—0,5 *мм*.

Данные выходных трансформаторов от некоторых наиболее распространенных радиоприемников приводим в приложении 2. Этими данными радиолюбители могут воспользоваться при намотке нужного трансформатора по известным данным динамика или при перемотке испорченного трансформатора.

В том случае, если радиолюбителю неизвестны данные динамика, мы рекомендуем намотать выходной трансформатор со следующими данными. Сечение сердечника 4—5 *см*^{2}. Первичная обмотка—2 500 витков провода ПЭ 0,12—0,15. Вторичная обмотка—100 витков с отводами через 10 витков, начиная с 50-го витка; провод ПЭ 0,5—0,8. Воздушный зазор—0,2 *мм*.

Наличие отводов во вторичной обмотке позволит опытным путем подобрать наивыгоднейший коэффициент трансформации.

Изготовление выходного трансформатора ничем не отличается от изготовления междулампового. Сначала наматывают первичную обмотку, затем вторичную. Провод укладывается плотными рядами, виток к витку. Из тонкой папиросной или пропарафинированной бумаги между рядами делаются прокладки в два-три слоя, а между обмотками в один слой из толстой бумаги или из четырех-пяти слоев тонкой бумаги. При намотке катушек надо следить, чтобы витки вторичной обмотки не проваливались к виткам первичной обмотки, иначе между обмотками произойдет замыкание, и трансформатор выйдет из строя.

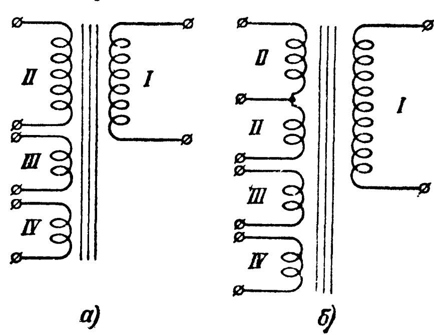
СИЛОВОЙ ТРАНСФОРМАТОР

Силовой трансформатор предназначен для питания от сети переменного тока цепей накала и анодных цепей ламп приемника или усилителя, работающего на подогревных лампах. Число обмоток силового трансформатора доходит до 4—5. Они рассчитываются на различные напряжения и токи. Из всех типов трансформаторов силовой трансформатор является наиболее сложным.

На фиг. 171 приведены две схемы силовых трансформаторов. Позволяем себе забежать немного вперед, чтобы потом снова не возвращаться к трансформаторам. Трансформатор, схема которого показана на фиг. 171,*а*, предназначен для питания радиоприемника, выпрямитель которого работает по однополупериодной схеме выпрямления, а схема фиг. 171,*б* — для приемника с двухполупериодным выпрямителем. Оба трансформатора своими первичными обмотками *I* включаются в сеть переменного тока. Эти обмотки называют сетевыми. Обмотки *II*, *III* и *IV* являются вторичными обмотками трансформатора. Каждая из них дает различное напряжение.

Разберем схему фиг. 171,*а*. Здесь обмотка *II* дает напряжение 250—300 *в*, которое преобразуется выпрямителем в постоянное напряжение. Ее называют повышающей обмоткой. Обмотка *III*, дающая напряжение 4 или 5 *в*, служит для питания нити накала лампы — кенотрона, с помощью которой выпрямляется напряжение обмотки *II*. Обмотка *IV* дает напряжение 4 или 6,3 *в* и предназначена для питания цепей накала ламп приемника. В соответствии с их назначением обмотку *III* называют обмоткой накала кенотрона (выпрямительной лампы), а обмотку *IV* — обмоткой накала приемно-усилительных ламп.

Трансформатор по схеме фиг. 171,*б* отличается от предыдущего тем, что имеет не одну, а две повышающие обмотки, соединяющиеся между собой последовательно. От места их соединения делается вывод. Каждая из этих обмоток должна давать напряжение по 250—300 *в*. Так как обмотки соединяются последовательно, то их напряжение складывается. Принято считать, что они представляют собой одну обмотку, имеющую вывод от середины. Следовательно, повышающая обмотка *II* силового трансформатора, предназначенного для двухполупериодного выпрямителя переменного тока, должна давать удвоенное напряжение и иметь вывод от середины.



Фиг. 171. Схемы силовых трансформаторов.

Данные обмоток силового трансформатора зависят от сечения его сердечника и от нужных напряжений.

Наиболее распространенные силовые трансформаторы для радиоприемников и усилителей имеют сердечник, поперечное сечение которого составляет 10—12 *см*². Их мощность равна около 65—75 *вт*. Мощности такого трансформатора достаточно для питания 4—5-лампового приемника.

В приложении 3 приведены данные силовых трансформаторов от наиболее распространенных радиоприемников. Этими данными радиолюбители могут воспользоваться при подборе требуемого трансформатора, а также для перемотки перегоревшего.

В радиолюбительской практике не всегда удается воспользоваться готовым силовым трансформатором и часто приходится делать его самому. В таких случаях надо подобрать какой-либо испорченный трансформатор, имеющий сердечник подходящего сечения, и подсчитать необходимое число витков для его обмоток по сердечнику.

УПРОЩЕННЫЙ РАСЧЕТ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Сначала узнаем площадь сечения сердечника S в *см*². Для этого высоту набора пластин в *см* надо умножить на ширину средней части пластины в *см*.

Затем узнаем число витков n, которое приходится на 1 *в* напряжения при данном сечении сердечника по формуле:

$$n = \frac{60}{S}.$$

После этого число витков n, приходящихся на 1 *в* напряжения, умножаем на требуемое напряжение каждой обмотки. Произведение этих двух величин дает число витков, которое должно быть в каждой обмотке.

Для примера приведем расчет силового трансформатора для приемника, схема которого показана на фиг. 207. Для него нужно подобрать сердечник площадью сечения не менее 10—12 *см*² (большее сечение сердечника не повредит).

Допустим, что подобрали сердечник, собранный из пластин Ш-25 с высотой набора 4 *см*. Площадь его сечения составляет $S = 2{,}5$ *см* $\times$ 4 *см* = 10 *см*².

Требуется намотать следующие обмотки: сетевую на 220 *в*, повышающую на 600 *в* со средним выводом, обмотку накала кенотрона на 5 *в* и обмотку накала ламп на 6,3 *в*.

Узнаем число витков на 1 *в* напряжения:

$$n = \frac{60}{S} = \frac{60}{10} = 6 \text{ витков на } 1\,в.$$

Следовательно, число витков в каждой обмотке должно быть: в сетевой $6 \times 220 = 1\,320$ витков;

в повышающей $6 \times 600 = 3\,600$ витков с отводом от середины, т. е. от 1 800-го витка;

в обмотке накала кенотрона $6 \times 5 = 30$ витков;

и в обмотке накала ламп $6 \times 6{,}3 \approx 38$ витков.

Фактически число витков повышающей обмотки и обмоток накала лучше взять на 5—10% больше расчетного.

Если же напряжение сети будет не 220 *в*, а 127 *в*, нужно пересчитать только сетевую обмотку. Данные других обмоток останутся без изменений.

Сетевую обмотку желательно намотать с таким расчетом, чтобы ее можно было включать в сети различного напряже-

ния, например: 110 *в*, 127 *в*, 220 *в*. Для этого в ее обмотке нужно сделать соответствующие выводы. В нашем примере для включения в сеть 110 *в* отвод надо сделать от 660-го витка, для напряжения 127 *в* — от 762-го витка. Вся обмотка будет включаться в сеть напряжением в 220 *в*.

Для обмоток трансформатора надо использовать провода в эмалевой изоляции (ПЭ) следующих диаметров:

для сетевой — 0,3—0,5 *мм* (для сети 220 *в* тоньше, а для сети 120 *в* — толще); для повышающей — 0,15—0,2 *мм*; для накала кенотрона 0,8—1 *мм* и для обмотки накала ламп 1—1,2 *мм*.

На каркасе сначала наматывают сетевую обмотку, затем повышающую, потом обмотку накала ламп и поверх ее обмотку накала кенотрона.

Провод в обмотках укладывается виток к витку плотными рядами. Между рядами делаются прокладки в 2—3 слоя тонкой бумаги, а между обмотками в 5—6 слоев такой же бумаги или в 2—3 слоя более толстой.

Выводы от обмоток, выполненных тонким проводом, так же, как и во всех других трансформаторах, делаются многожильными изолированными проводниками, которые пропускаются через отверстия в щечках каркаса; назначение каждого вывода необходимо сразу же помечать.

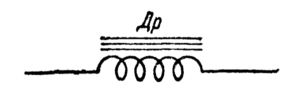
Особое внимание надо обращать на равномерность и плотность укладки проволоки и на изоляцию между рядами и обмотками. Из-за нарушения первого условия катушки будут некрасивые, и требуемое число витков в каркасе не уложится. А если не будет надежной изоляции, то при включении трансформатора его обмотки могут «пробиться», произойдет замыкание между витками, и придется трансформатор делать заново.

Пластины сердечника собираются вперекрышку до полного заполнения окна каркаса. Сердечник стягивается болтами. Трансформатор включать в сеть можно только после окончательной сборки и только через предохранитель.

ДРОССЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Дроссель низкой частоты — это катушка с большой индуктивностью. Его отличие от трансформатора заключается в том, что он имеет всего одну обмотку. Схематическое обозначение дросселя показано на фиг. 172 (см. стр. 225).

Дроссель низкой частоты чаще всего используется в выпрямителях. Число витков катушки дросселя в различных конструкциях колеблется от нескольких сотен до нескольких тысяч витков провода ПЭ 0,2—0,3 *мм* при сечении сердечника в 3—4 *см*². Сердечник дросселя собирается с воздушным зазором в 0,2—0,5 *мм*.



Фиг. 172. Схематическое обозначение дросселя низкой частоты.

Данные наиболее распространенных дросселей низкой частоты приведены в приложении 4.

В дальнейших беседах в каждом отдельном случае мы будем давать необходимые указания о данных тех или иных трансформаторов или дросселей.

Беседа девятнадцатая

ГРОМКОГОВОРЯЩИЙ ПРИЕМ

Одноламповый радиоприемник с обратной связью имеет много достоинств. Он дешев, экономичен в работе. Несмотря на свою простоту, он дает возможность слушать много радиостанций, но в большинстве случаев только на телефон. Слушать же на телефон — это значит быть «привязанным» к приемнику. В этом недостаток однолампового приемника.

Другое дело — громкоговорящий прием: не нужно сидеть у приемника с телефоном на ушах. Слушать могут все находящиеся в комнате.

Осуществить громкоговорящий прием — дело несложное. Нужно добавить к сделанному приемнику одну ступень усиления низкой частоты, к которой присоединить громкоговоритель, например «Рекорд», включив его непосредственно в анодную цепь лампы вместо телефона.

Лучшими громкоговорителями являются электродинамические, — как их называют радиолюбители, динамики. Они дают более громкое и естественное звучание по сравнению с электромагнитными, но требуют значительного усиления тока звуковой частоты. В анодную цепь усилительной лампы они включаются через выходной (понижающий) трансформатор.

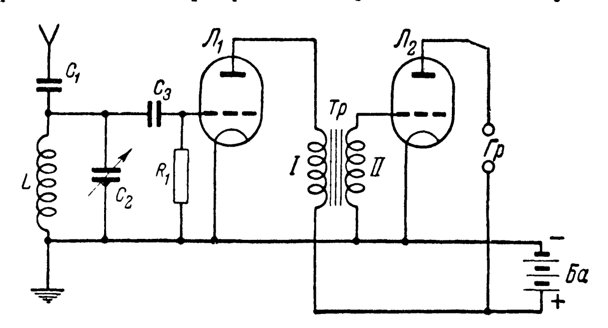
Нормальную работу динамика может обеспечить двухламповый приемник, если он питается от сети. В батарейных приемниках для этой цели приходится делать две следующих друг за другом ступени усиления низкой частоты.

УСИЛЕНИЕ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Как нам известно, в анодной цепи однолампового приемника протекают: постоянный ток (постоянная составляющая) и переменный ток звуковой частоты (переменная составляющая).

Чтобы усилить колебания низкой частоты, имеющиеся в анодной цепи детекторной лампы, их нужно подать на сетку лампы усилительной ступени. Для этого необходимо «связать» между собой детекторную ступень с усилительной.

Нужно сделать такой мостик между ними, по которому без труда могут передаваться колебания звуковой частоты, но чтобы при этом был прегражден путь постоянному току.



Фиг. 173. Схема с трансформаторной связью между ступенями.

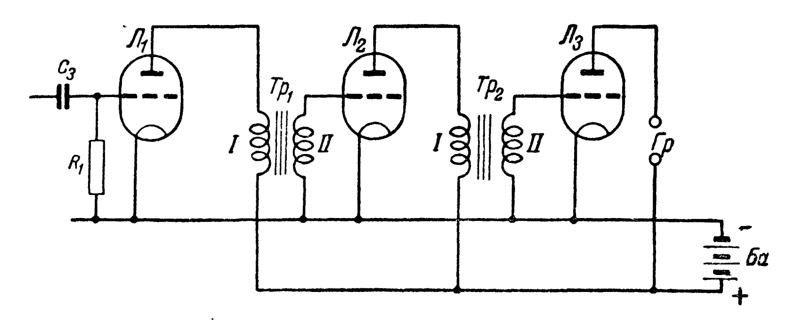
Как же связать между собой ступени?

Трансформаторная связь. Этот способ связи показан на фиг. 173. В анодную цепь детекторной лампы $Л_1$ вместо телефона включена первичная обмотка междулампового трансформатора *Тр*; его вторичная обмотка своими выводами соединена с сеткой и катодом лампы $Л_2$. Анодные цепи обеих ламп питаются от одного общего источника постоянного тока *Ба*. Для упрощения схемы цепи накала ламп не показываем. Колебания анодного тока лампы $Л_1$, происходящие со звуковой частотой, создадут во вторичной обмотке трансформатора переменное напряжение точно такой же частоты. Управляющая сетка лампы $Л_2$ будет попеременно перезаряжаться и этим воздействовать на анодный ток этой лампы. В результате в анодной цепи лампы $Л_2$ создадутся усиленные колебания тока звуковой частоты, способные заставить громкоговоритель громко воспроизводить передачу.

Если для связи ступеней использовать повышающий трансформатор, то во вторичной его обмотке (соединенной с сеткой лампы $Л_2$), а значит и в анодной цепи усилительной лампы $Л_2$ получатся более сильные колебания.

Если усиление, даваемое одной ступенью, окажется недостаточным, из анодной цепи второй лампы звуковую частоту можно подать на вход следующей ступени усиления подобным же способом (фиг. 174).

У читателей может возникнуть вопрос: зачем затрачивать лишнюю энергию на питание второй ступени усиления, если



Фиг. 174. Схема приемника с трансформаторной связью, имеющего две ступени усиления низкой частоты.

можно просто увеличить коэффициент трансформации первого трансформатора? Взять, например, трансформатор с коэффициентом трансформации 1 : 50 — получим в 50 раз большее усиление.

Но этого сделать нельзя.

Дело в том, что трансформатор, повышая напряжение, одновременно вносит некоторые искажения, делающие звук неестественным.

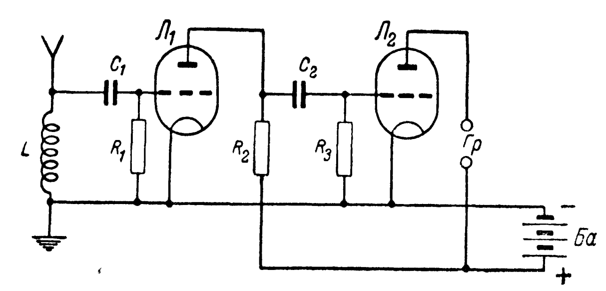
Эти искажения будут тем больше, чем больше коэффициент трансформации. Если для трансформаторной связи между ступенями использовать трансформатор, повышающий напряжение хотя бы в 15—20 раз (1 : 15—1 : 20), он очень сильно исказит звук.

Поэтому не применяют трансформаторы с коэффициентом трансформации более чем 1 : 4, 1 : 5.

Связь на сопротивлениях. Существует другой широко распространенный способ междуступенной связи, который называется *связью на сопротивлениях*. Для осуществления связи на сопротивлениях вместо трансформатора нужно

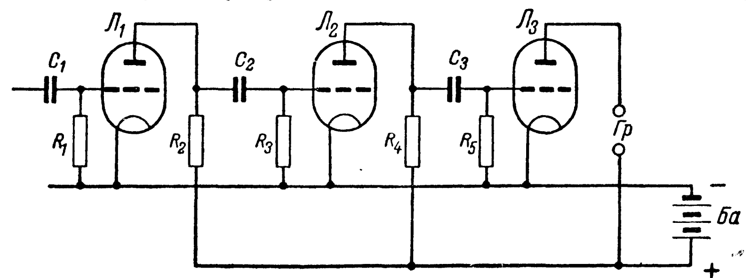
иметь два сопротивления R_2 и R_3 и один конденсатор C_2 (фиг. 175).

Сопротивление R_2 включено в анодную цепь детекторной лампы $Л_1$ (вместо телефона). Верхний конец этого сопротивления соединен через конденсатор C_2 с управляющей сеткой лам-



Фиг. 175. Связь между ступенями приемника на сопротивлениях.

пы $Л_2$, а его нижний конец — с катодом этой же лампы, но через анодную батарею. Конденсатор и батарея свободно пропускают через себя переменный ток. Следовательно, напряжение звуковой частоты, возникшее на сопротивлении R_2, свободно проходит к промежутку сетка — катод лампы $Л_2$. Это напря-



Фиг. 176. Схема связи на сопротивлениях приемника при двух ступенях усиления низкой частоты.

жение будет усилено лампой $Л_2$, и в ее анодной цепи получим более сильные колебания тока звуковой частоты.

Если нужно получить большее усиление, добавляют еще одну ступень с лампой $Л_3$, как показано на фиг. 176. Принцип работы второй ступени усиления низкой частоты ничем не отличается от принципа действия первой. Первая ступень с лампой $Л_2$ усиливает напряжение звуковой частоты, полученное

от детекторной лампы $Л_1$, а лампа $Л_3$ усиливает напряжение, уже усиленное лампой $Л_2$.

Если сопротивлений R_3 и R_5 в схеме не будет, лампы могут «запереться», так как при положительных полупериодах на их сетках будут оседать электроны, которые создадут на сетках большой отрицательный заряд. Сопротивления R_3 и R_5 дают возможность электронам «стекать» на катод. Их величина должна быть в пределах 0,3—1,0 *мгом*.

Роль конденсаторов C_2 и C_3 очень ответственная. Каждый такой конденсатор должен быть хорошим проводником для переменного тока звуковой частоты и безукоризненным изолятором для постоянного тока. Он должен четко разделять эти токи. Если же он будет хотя бы незначительно проводить постоянный ток, то на сетку лампы одновременно с колебаниями звуковой частоты будет попадать и большое постоянное положительное напряжение из анодной цепи предыдущей лампы. В результате создается ненужное увеличение анодного тока и появится значительный сеточный ток, которые сведут на-нет усиление звуковой частоты и приведут к большим искажениям. Это, к тому же, увеличит расход энергии источника анодного питания и может привести к разрушению катода лампы. На качество разделительного конденсатора нужно обращать особое внимание. Наиболее подходящим конденсатором для этой цели является слюдяной. Емкость этого конденсатора должна быть в пределах от 5 тыс. *мкмкф* до 0,1 *мкф*.

В наиболее простых батарейных приемниках чаще применяют трансформаторную связь, которая дает возможность получить большее усиление, чем связь на сопротивлениях за счет повышения напряжения трансформатором.

ВЫХОДНАЯ ЛАМПА

Выходной лампой приемника называется лампа, работающая в его последней (оконечной) ступени усиления низкой частоты. На фиг. 173 и 175 выходными лампами являются лампы $Л_2$, а на фиг. 174 и 176 — лампы $Л_3$.

От выходной лампы требуется не только усиление напряжения звуковой частоты, но и увеличение тока. От нее требуется увеличение мощности. Анодный ток выходной лампы в зависимости от типа ее в несколько раз и даже в несколько десятков раз больше анодного тока других усилитель-

ных ламп. Чем больше анодный ток выходной лампы, тем большую мощность она сможет отдавать громкоговорителю, тем значительнее будет громкость звука.

Если выходная лампа рассчитана на включение одного электромагнитного громкоговорителя, у нее «нехватит силы» раскачать динамик. В то же время лампа, рассчитанная для динамика, может питать одновременно несколько электромагнитных громкоговорителей.

Однако заставить большой анодный ток выходной лампы работать на громкоговоритель может только значительное напряжение звуковой частоты на ее управляющей сетке. Совершенно неразумно было бы к мощной лампе, как, например, к лампе 6Ф6, подвести напряжение от детекторного приемника и ожидать большой громкости звучания динамика. Постоянный ток в анодной цепи лампы, конечно, будет большой, но динамик будет звучать очень слабо. Чтобы лампа 6Ф6 дала большую мощность динамику, заставила его громко звучать, на ее управляющую сетку нужно подать напряжение звуковой частоты около 16 *в*, а детекторный приемник развивает на своем «выходе» напряжение, составляющее только доли вольта.

Лампа 6Ф6 будет нормально работать от детекторного радиоприемника в том случае, если развиваемое им напряжение будет предварительно усилено одной или двумя ступенями.

Таким образом, при усилении низкой частоты различают ступени предварительного усиления напряжения и ступени усиления мощности — выходные.

Одноламповый приемник с обратной связью является детектором и одновременно предварительной ступенью усиления низкой частоты. При приеме местных станций на анодной нагрузке он развивает напряжение, достаточное для «раскачки» лампы выходной ступени.

Отметим, что в оконечных ступенях простых радиоприемников часто используют лампы, предназначенные для усиления напряжения. Такие лампы, усиливая напряжение, немного увеличивают и мощность, которой бывает достаточно для громкой работы маломощного громкоговорителя.

Независимо от применяемых ламп и способов связи выходная мощность приемника (или усилителя) зависит еще и от напряжения, приложенного к анодам ламп. Усиление и выходная мощность всегда будут тем больше, чем выше напряжение на анодах усилительных ламп.

СЕТОЧНОЕ СМЕЩЕНИЕ

В усилителях низкой частоты всегда приходится принимать меры, предупреждающие искажения, которые могут внести эти усилители.

Эти меры заключаются в том, что на управляющую сетку усилительной лампы подается некоторое постоянное отрицательное напряжение относительно катода этой лампы. Это напряжение называют напряжением смещения или сеточным смещением.

На фиг. 177 показан простейший способ подачи смещения. В цепь управляющей сетки включена батарея смещения $Б_с$ так, что ее положительный полюс соединен с катодом лампы, а отрицательный — с управляющей сеткой через сопротивление R.

При таком включении батареи управляющая сетка будет иметь постоянный отрицательный заряд относительно катода, равный напряжению батареи $Б_с$.

Лампы различных типов при различных анодных напряжениях требуют различного смещения; оно указывается в справочных таблицах. Так, например, для лампы СО-244 напряжение смещения должно составлять 2,5 *в* при анодном напряжении 120 *в*, а для лампы 6Ф6 — 16,5 *в* при анодном напряжении 250 *в*.

Роль смещения заключается в том, что оно устанавливает такие условия работы лампы, как говорят, устанавливает такой ее режим, при котором получается наибольшее усиление при незначительных искажениях.

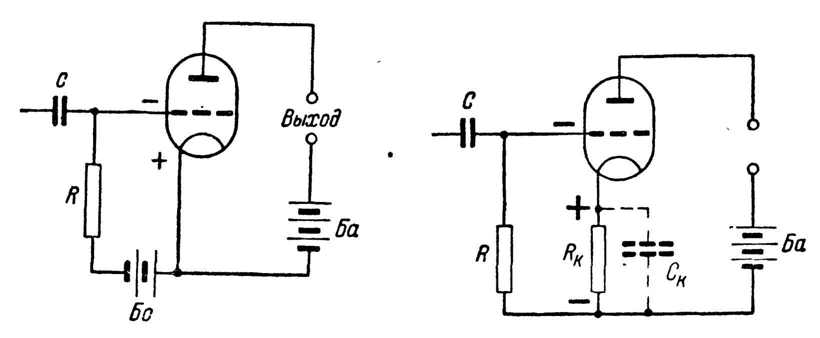
Автоматическое смещение. На практике используют иной способ смещения, не требующий применения специальной батареи смещения. Это так называемое автоматическое смещение.

Схема ступени с автоматическим смещением показана на фиг. 178. Здесь между минусом источника питания анодной цепи и катодом лампы включено сопротивление $R_к$, а параллельно ему присоединен конденсатор постоянной емкости $C_к$ (показан пунктирной линией). Управляющая сетка соединена (через сопротивление утечки R) с концом сопротивления $R_к$, противоположным катоду лампы.

В этой схеме на управляющей сетке получается минус относительно катода.

Разберем, почему сопротивление $R_к$ дает на сетку минус (относительно катода). На этом сопротивлении будет про-

исходить некоторое падение напряжения анодного тока, причем на верхнем его конце, а значит и на катоде, создается некоторое положительное напряжение относительно другого конца сопротивления $R_к$, соединенного с минусом источника тока. Так как сетка лампы соединена с концом сопротивления $R_к$, противоположным катоду (через сопротивление R), она получит отрицательное напряжение отно-



Фиг. 177. Смещение с помощью батареи.

Фиг. 178. Схема с автоматическим смещением.

сительно катода этой лампы, которое равно падению напряжения на сопротивлении $R_к$.

Сопротивление $R_к$ называют катодным сопротивлением или сопротивлением смещения.

Напряжение смещения зависит от анодного тока лампы и величины сопротивления $R_к$.

Чем больше анодный ток лампы и величина сопротивления, тем больше напряжение смещения. Его величину легко подсчитать по известной нам формуле $U = IR_к$.

Если, например, анодный ток лампы $I = 2$ *ма* (0,002 *а*), а сопротивление $R_к = 1\,000$ *ом*, тогда напряжение смещения будет равно:

$$U = IR_к = 0{,}002\ а \times 1\,000\ ом = 2\ в.$$

Следовательно, на управляющей сетке относительно катода этой лампы будет —2 *в*. Величину сопротивления, необходимого для получения требуемого смещения, подсчитываем так. Если, например, известно (по справочным таблицам), что на сетку лампы нужно подать напряжение смещения —2,5 *в*, а ее анод-

ный ток составляет 1,5 *ма*, то величина сопротивления смещения должна быть:

$$R_к = \frac{U}{I} = \frac{2{,}5\,в}{0{,}0015\,а} \approx 1\,700\,ом.$$

Когда подсчитывают сопротивление смещения для пентода, то к анодному току прибавляют еще ток экранирующей сетки. Так, например, анодный ток лампы 6Ф6 составляет 34 *ма*; ток экранирующей сетки 7 *ма*; смещение должно быть 16,5 *в*. Величина сопротивления смещения для этой лампы должна быть:

$$R_к = \frac{16{,}5\,в}{0{,}034\,а + 0{,}007\,а} \approx 400\,ом.$$

Чтобы измерить напряжение смещения, вольтметр присоединяют не к сетке и катоду, а параллельно сопротивлению смещения. Если при этом он будет показывать, например, 3 *в*, значит на сетке лампы относительно катода будет — 3 *в*.

Теперь о роли конденсатора $C_к$, показанного на фиг. 178 пунктирными линиями. Он шунтирует сопротивление смещения, пропуская через себя переменную составляющую тока звуковой частоты, обеспечивая этим нормальную работу ступени.

Пульсирующий анодный ток на участке — *Ба* — катод разветвляется по двум путям. По сопротивлению проходит постоянный ток, создающий постоянное отрицательное напряжение на сетке, а переменный ток проходит через конденсатор. Емкость этого конденсатора должна быть возможно больше, чтобы он не оказывал сопротивления токам самых низких частот, усиливаемых лампой.

Для ступеней усилителей низкой частоты емкость конденсатора $C_к$ должна быть от 1—2 *мкф* до нескольких десятков микрофарад.

Здесь обычно используют электролитические конденсаторы, обладающие при своих малых габаритах большой емкостью.

ПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

В этой беседе мы разобрали работу приемников, в которых происходит только одно преобразование частоты — детектирование. В следующих ступенях приемника происходит усиление колебаний низкой частоты. Но усиление в приемнике мо-

жет происходить не только после детектирования, но и до него. С такими приемниками мы еще не встречались.

Приемники, в которых происходит только одно преобразование частоты, получили наименование **приемников прямого усиления**.

Этот тип радиоприемников принято характеризовать формулой, в которой его ступени обозначают условной буквой и цифрами. Детекторную ступень обозначают латинской буквой *V* (ве). Число ступеней усиления высокой частоты в приемнике указывают цифрой, стоящей перед буквой *V*. Число ступеней усиления низкой частоты также указывают цифрой, но стоящей после буквы *V*. Так, например, одноламповый приемник обозначают 0—*V*—0. Это означает, что в нем имеется только детекторная ступень и нет ступеней усиления высокой частоты и низкой частоты. Если пишут 0—*V*—1, значит в приемнике нет усиления высокой частоты, а имеется детекторная ступень и одна ступень низкой частоты. Формула 1—*V*—1 говорит о том, что в приемнике кроме детекторной ступени есть ступень усиления высокой и ступень низкой частоты.

Более сложными являются **супергетеродинные** приемники, в которых имеются два преобразователя, — две детекторных ступени. Эти приемники получили теперь широкое распространение. С супергетеродинами мы познакомимся в конце книги.

Беседа двадцатая

САМОДЕЛЬНЫЕ БАТАРЕЙНЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

В этой беседе нам предстоит познакомиться с более сложными схемами батарейных радиоприемников прямого усиления.

ДВУХЛАМПОВЫЙ ПРИЕМНИК С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Это знакомый нам одноламповый радиоприемник с обратной связью, к которому добавлена одна ступень усиления низкой частоты, связанная с детекторной ступенью с помощью междулампового трансформатора *Тр* (фиг. 179).

Батарея накала присоединяется к зажимам +*Бн* и —*Бн*, а анодная — к зажимам + *Ба* и — *Ба*.

Проследим цепи накала. От зажима + *Бн* ток идет сначала по заземленному проводнику, затем разветвляется и идет в нити накала обеих ламп через их контактные ножки *2*. Вый-

дя через контактные ножки *7* из нитей накала, токи вновь соединяются, и далее общий ток идет через реостат R_5 к зажиму —*Бн*. Таким образом, нити накала соединены между собой параллельно, а протекающий через них ток регулируется одновременно общим реостатом.

Теперь проследим токи анодных цепей. От зажима +*Ба* постоянный ток идет: 1) к экранирующей сетке лампы $Л_2$; 2) через громкоговоритель, включенный в гнезда «*выход*», к аноду лампы $Л_2$; 3) через сопротивление R_2 к экранирующей сетке лампы $Л_1$ и 4) через первичную обмотку (*I*) междулампового трансформатора *Тр*, дроссель высокой частоты *Др* к аноду лампы $Л_1$. Токи этих четырех цепей, пройдя через лампы, соединяются в заземленном проводнике и их суммарный ток идет через сопротивление R_4 к зажиму —*Ба*.

Других путей для тока анодной батареи нет, разумеется, если все конденсаторы, присоединенные к этим цепям, не имеют утечек или замыкания между обкладками.

Теперь обратим внимание на включение сопротивления смещения R_4. Через него хотя и проходят токи обеих ламп, но напряжение, которое на нем получается, подается только на управляющую сетку лампы $Л_2$. Катоды ламп, соединенные с верхним концом сопротивления R_4, имеют положительное напряжение относительно нижнего конца этого сопротивления.

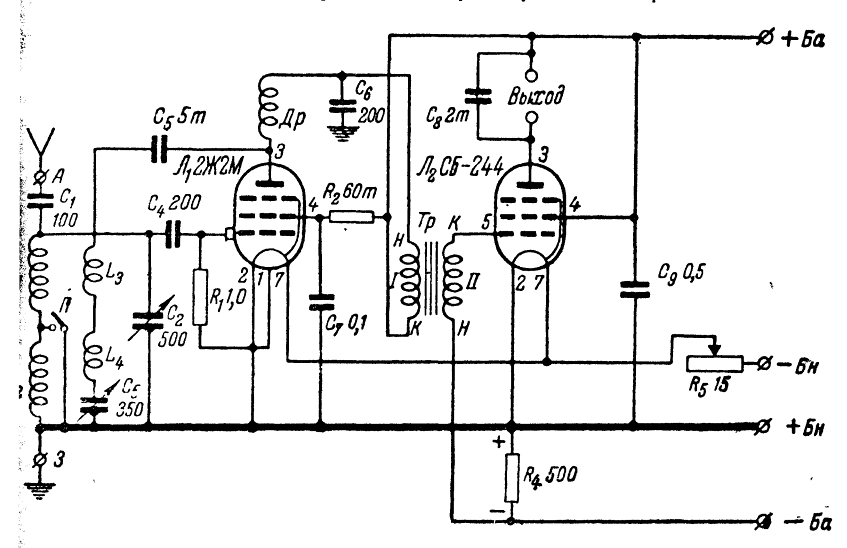
Поскольку управляющая сетка лампы $Л_2$ соединена (через вторичную обмотку трансформатора) именно с тем концом сопротивления, на котором получается минус относительно катода, на нее будет подано отрицательное напряжение смещения. Если нижний вывод вторичной обмотки окажется соединенным с верхним концом сопротивления R_4, то на сетке лампы $Л_2$ смещения не будет, хотя напряжение на сопротивлении R_4 будет существовать.

На лампу $Л_1$ смещения не подается; ее сетка через сопротивление R_1 соединена с катодом.

Разберемся в цепях переменных токов. Получаемые в контуре модулированные колебания высокой частоты при помощи конденсатора C_4 и сопротивления R_1 детектируются лампой $Л_1$.

В анодной цепи этой лампы создаются усиленные колебания звуковой частоты и колебания высокой частоты. Дроссель *Др*, свободно пропуская токи звуковой частоты, преграждает путь току высокой частоты.

Небольшой ток высокой частоты проходит все же через дроссель *Др*, но он через конденсатор небольшой емкости C_6 уходит на катод лампы кратчайшим путем Звуковая же частота проходит через первичную обмотку трансформатора *Тр* и поэтому индуктирует во вторичной обмотке трансформатора напряжение той же частоты, но большей величины. Оно управляет анодным током лампы $Л_2$. Усиленные лампой $Л_2$ колебания звуковой частоты проходят через громкоговоритель.



Фиг. 179. Принципиальная схема двухлампового приемника.

Конденсатор C_7 отводит на катод переменные токи, создающиеся в цепи экранирующей сетки лампы $Л_1$. Конденсатор C_8 пропускает наиболее высокие звуковые частоты, улучшая качество звучания громкоговорителя.

В этой схеме отсутствует конденсатор, шунтирующий сопротивление смещения. Его заменил конденсатор C_9, который замыкает анодную цепь на катоды для переменных токов, минуя сопротивление смещения R_4.

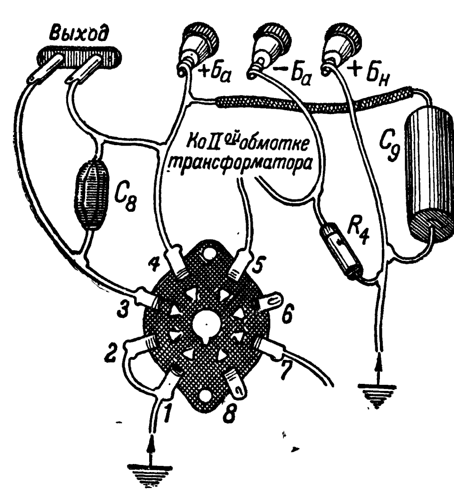
Величины конденсаторов и сопротивлений указаны на принципиальной схеме. Данные катушек и дросселя известны по одноламповому приемнику.

Трансформатор низкой частоты с коэффициентом трансформации 1 : 2 или 1 : 3.

В гнезда «выход» включается громкоговоритель «Рекорд» или электродинамический громкоговоритель мощностью 0,1—0,2 *вт*.

При напряжении анодной батареи 60—80 *в* и напряжении батареи накала 2 *в* приемник дает громкоговорящий прием радиостанций, которые слышны на телефон в одноламповом приемнике.

Вместо лампы 2Ж2М в приемнике можно использовать лампу 2К2М или СО-241.



Фиг. 180. Монтаж панели для лампы СБ-244.

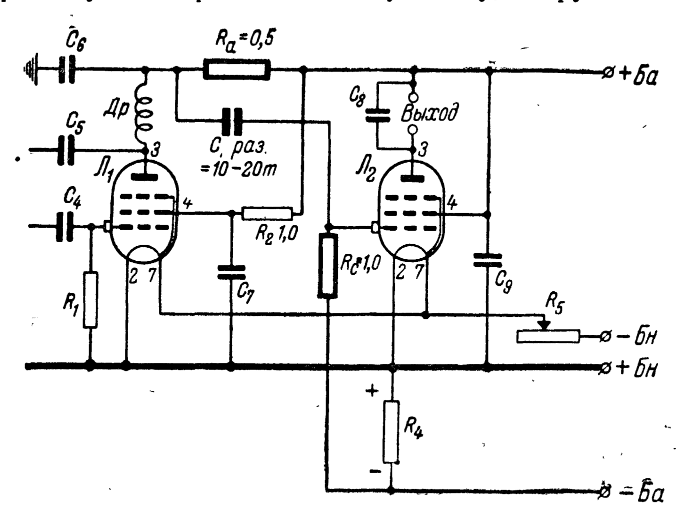
Делая одноламповый приемник с обратной связью (стр. 208), мы оставили на его панели место для ступени усиления низкой частоты. Теперь его не трудно превратить в двухламповый приемник по схеме фиг. 179. Добавим в него ламповую панельку и зажим для подключения —*Ба*. На горизонтальной панели укрепим междуламповый трансформатор. Гнезда, ранее предназначенные для телефона, теперь будут использованы для громкоговорителя. Вмонтируем также сопротивление R_4, конденсатор C_9 и соединим параллельно гнезда накала ламповых панелей. Гнездо экранирующей сетки лампы $Л_2$ соединим с зажимом + *Ба*. Первичная обмотка трансформатора должна быть присоединена одним выводом к +*Ба*, а другим — к дросселю высокой частоты. Не забудьте вмонтировать конденсатор C_6, иначе токи высокой частоты будут «гулять» по цепям анодного питания. Вторичную обмотку трансформатора одним концом нужно соединить с управляющей сеткой лампы $Л_2$, а другим — с проводником зажима — *Ба*.

Монтаж этой части схемы показан на фиг. 180. Монтаж детекторной ступени остается без каких-либо изменений.

На выход приемника можно включать также электромагнитный телефон без каких-либо переделок. При включении

пьезоэлектрических трубок параллельно гнездам **выход** необходимо включить сопротивление величиной в 5—10 тыс. *ом*.

Описанным двухламповым приемником можно пользоваться и как одноламповым, если телефон включить параллельно первичной обмотке междулампового трансформатора. Для этого нужно вмонтировать два дополнительных телефонных гнезда, соединив их с концами первичной обмотки трансформатора. Слушая передачи на одну лампу, вторую лампу для



Фиг. 181. Вариант связи на сопротивлениях.

экономии энергии можно вынимать из панели, берясь осторожно за цоколь, или установить выключатель, разрывающий цепь ее накала.

Если вы не сможете достать междулампового трансформатора, связь между ступенями приемника можно осуществить на сопротивлениях, как это показано на фиг. 181.

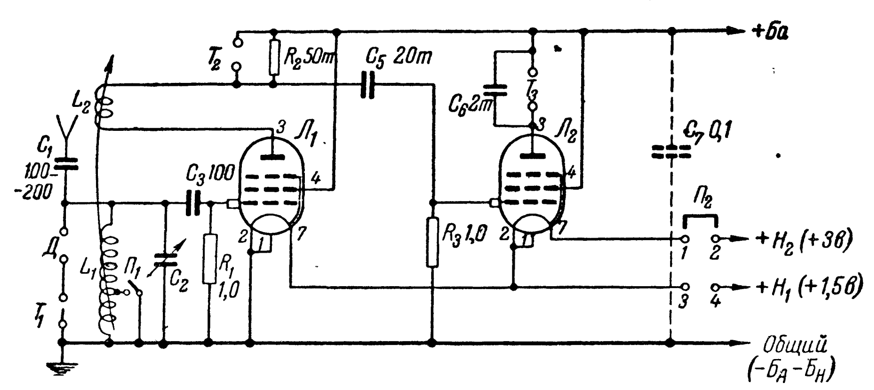
При такой схеме усиление, а вместе с этим и громкость будут слабее.

Компенсировать это можно увеличением напряжения анодной батареи до 90—120 *в* или добавлением еще одной ступени усиления низкой частоты.

Однако увеличение числа ступеней увеличивает и расход тока от источников питания. Поэтому с точки зрения экономии целесообразнее использовать трансформаторную связь.

ЭКОНОМИЧНЫЙ ДВУХЛАМПОВЫЙ ПРИЕМНИК

Этот приемник мы называем экономичным по двум причинам. Во-первых, в нем используется минимальное число деталей и, во-вторых, он потребляет для работы значительно меньше энергии от батарей. Правда, эта экономичность снижает его качество в смысле усиления и громкости приема по сравнению с первым приемником, но тем не менее для радиолюбителей он представляет некоторый интерес. Первая его лампа

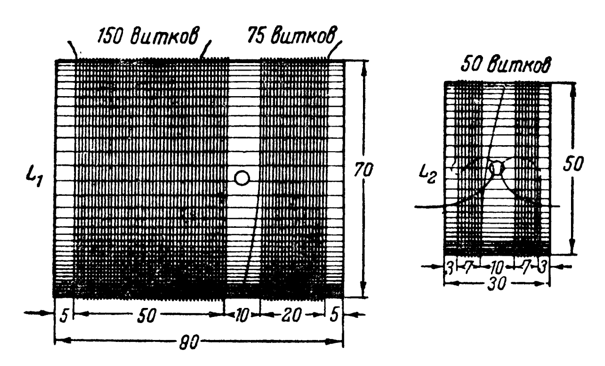


Фиг. 182. Принципиальная схема экономичного двухлампового приемника.

работает как сеточный детектор с последовательной индуктивной обратной связью; вторая лампа работает в ступени усиления низкой частоты. Связь между ступенями на сопротивлениях. Приемник имеет три пары гнезд T_1, T_2 и T_3, что позволяет использовать его как детекторный, одноламповый и двухламповый. В нем можно использовать радиолампы 2Ж2М или 2К2М.

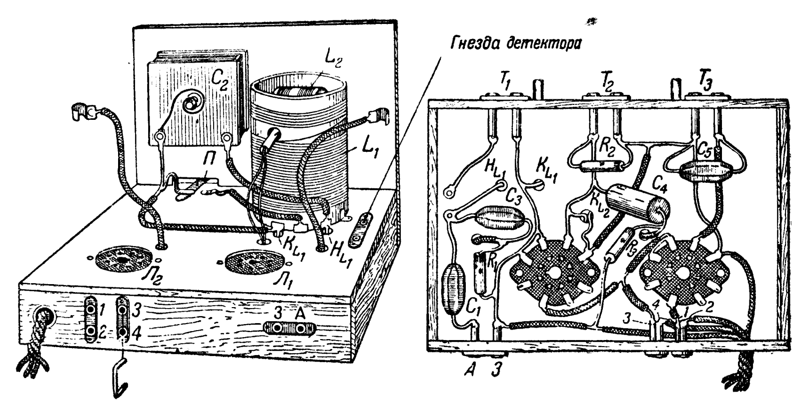
Для питания приемника нужна одна анодная батарея напряжением 30—45 *в* (Б2С-45 или 7—10 последовательно соединенных батареек от карманного фонаря) и для накала два элемента 3СМВД или 6СМВД. К выводу *«общий»* присоединяются отрицательные полюсы обеих батарей. Средний отвод от последовательно соединенных элементов накала присоединяется к выводу $+H_1$; положительный полюс второго элемента — к выводу $+H_2$ и положительный полюс анодной батареи к выводу $+Ба$. С помощью перемычки $П_2$ можно соединить между собой гнезда *1* и *2* или *3* и *4*. В первом случае в цепь накала включены оба элемента и работают обе лампы. Теле-

фон при этом включается в гнезда T_3. Когда же перемычка замыкает гнезда *3* и *4*, включен один элемент и работает только лампа $Л_1$. При этом телефон включается параллельно сопротивлению R_2 в гнезда T_2.



Фиг. 183. Устройство катушек для экономичного приемника.

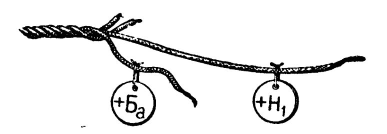
Таким образом, в любом положении перемычки $П_2$ на нить накала каждой лампы подается напряжение, равное напряжению одного элемента.



Фиг. 184. Монтаж экономичного приемника.

Если же перемычку совсем убрать, то на нити накала ток подаваться не будет. В последнем случае телефон можно включить в гнезда T_1 и использовать приемник как детекторный.

Обращаем внимание на включение сопротивления цепи сетки R_3 лампы $Л_2$. Это сопротивление присоединено не к катоду своей лампы, а к минусу накала. В связи с этим на управляющей сетке лампы $Л_2$ получается отрицательное смещение, равное падению напряжения на нити накала лампы $Л_1$. Это дало возможность исключить из схемы сопротивление смещения.



Фиг. 185. На концы проводников, предназначенных для включения батарей, нужно укрепить картонные бирки.

Устройство катушек приемника показано на фиг. 183,а монтажные схемы на фиг. 184.

Ручки управления приемником и гнезда для включения телефона выведены на переднюю панель. Гнезда переключения цепи накала выведены на заднюю панель шасси. Приемник соединяется с источниками питания с помощью гибких изолированных проводников, выведенных через заднюю стенку шасси. Эти проводники снабжены картонными бирками с обозначением, какой проводник куда должен быть присоединен (фиг. 185).

Испытание и налаживание приемника производятся в следующем порядке. Сначала он испытывается как детекторный приемник. Затем вставляется лампа $Л_1$, присоединяются источники питания, включается телефон в гнезда T_2, замыкаются гнезда *3* и *4* и испытывается детекторная ступень.

После этого можно вставить лампу $Л_2$, замкнуть накоротко перемычкой $П_2$ гнезда *1* и *2*, включить телефон в гнезда T_3 и испытывать приемник как двухламповый.

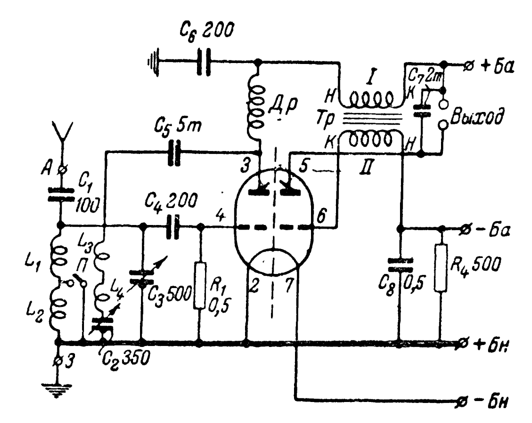
ПРИЕМНИК С ЛАМПОЙ СО-243

Среди малогабаритных батарейных ламп есть лампа СО-243. Это двойной триод. В одном баллоне этой лампы смонтированы два отдельные триода. Нити их накала соединены между собой параллельно внутри лампы. Управляющие сетки и аноды ламп между собой не соединены и имеют отдельные выводы. Эта лампа предназначена для работы в оконечных ступенях усиления, но радиолюбители часто используют ее для регенеративного приемника со ступенью усиления низкой частоты.

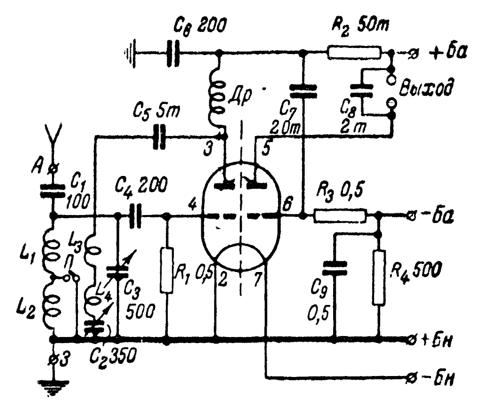
На фиг. 186 дана схема такого приемника с трансформаторной связью, а на фиг. 187 — схема того же приемника, но

со связью на сопротивлениях. В обеих схемах левый триод используется как сеточный детектор, а правый триод, как усилитель низкой частоты.

Собирая приемник на лампе СО-243, следует иметь в виду,



Фиг. 186. Принципиальная схема приемника с лампой СО-243.



Фиг. 187. Принципиальная схема однолампового двухступенчатого приемника со связью на сопротивлениях.

что лампа эта очень «прожорливая». Ее ток накала при напряжении 2 *в* составляет 240 *ма*, в то время как ток накала лампы 2Ж2М или 2К2М при таком же напряжении равен 60 *ма*.

О ВЫБОРЕ БАТАРЕЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПРИЕМНИКОВ И ПОЛЬЗОВАНИИ БАТАРЕЯМИ

В большинстве описанных выше батарейных приемников указаны только рекомендуемые напряжения питания без наименования батарей, от которых они должны быть получены. Нужный комплект источников питания для изготовленных приемников читатели могут подобрать самостоятельно, пользуясь приведенной в конце книги (см. приложение 5) таблицей основных данных гальванических элементов и батарей, выпускаемых нашей промышленностью.

Как мы знаем, элемент или батарея дает начальную э. д. с. (напряжение без нагрузки) всегда несколько больше, чем при включенной нагрузке. Нужно ориентироваться всегда на начальное рабочее напряжение указанное в 5-м столбце. В 6-м столбце указан наибольший разрядный ток, допустимый для данного типа батареи или элемента. Брать от батареи или элемента ток больше указанной величины не рекомендуется, так как при этом не используется большая часть ее емкости. В 7-м столбце указана предельная электрическая емкость батареи или элемента, которую каждый из них может отдать нагрузке при нормальном разрядном токе. В последнем столбце указано время, в течение которого данная батарея или элемент могут храниться. По истечении этого срока они теряют 20—30% своей электрической емкости, даже если ими не пользуются. Поэтому, приобретая батареи или элементы, надо всегда обращать внимание на дату выпуска, которая всегда указывается на их этикетках.

При подборе нужного комплекта источников питания надо исходить из двух основных условий: 1) рекомендуемые рабочие напряжения; 2) токи, потребляемые приемником от батарей анода и накала.

Если эти условия не указаны в описании приемника, то их находят из таблицы рекомендуемых режимов ламп (см. приложение 1 в конце книги); разрядные токи подсчитываются простым арифметическим способом.

Допустим, что нам надо подобрать батареи для питания двухлампового приемника, в детекторной ступени которого работает лампа 2Ж2М и в выходной ступени СО-244.

Из таблицы узнаем, что лампа 2Ж2М при анодном напряжении 120 *в* потребляет анодный ток 1 *ма* и ток экранирующей сетки 0,3 *ма*. Суммарный ток, потребляемый лампой от анодной батареи, составит 1 *ма* + 0,3 *ма* = 1,3 *ма*.

Ток накала этой лампы при напряжении 2 *в* составляет 60 *ма*. Токи лампы СО-244 составляют: анодный — 4 *ма*, экранирующей сетки—0,75 *ма*, накала—185 *ма*. Ток, потребляемый этой лампой от анодной батареи, будет равен 4 *ма* + 0,75 *ма* = = 4,75 *ма*. Следовательно, наш приемник будет потреблять от анодной батареи ток: 1,3 + 4,75 = 6,05 *ма*. Практически же при напряжении анодной батареи 80 *в* потребляемый суммарный ток будет составлять не более 4—5 *ма*. Общий ток накала составит 60 *ма* + 185 *ма* = 245 *ма*.

Из анодных батарей по разрядному току подходит любая батарея, а по напряжению все, кроме Б2С-45 и БСМВД-45. Чтобы использовать последние, придется две таких батареи соединить последовательно.

Из накальных батарей по разрядному току наиболее подходящей является БНС МВД-500. Для получения же напряжения 2 *в* надо соединить последовательно две таких батареи, а излишек напряжения погасить реостатом.

В случае использования батарей типа БНС-100, их надо взять 4 штуки, соединив сначала в две параллельные группы, а затем эти две группы соединить последовательно, как мы говорили в нашей беседе «Экскурсия в электротехнику (см. стр. 177). Получится батарея требуемого напряжения, допускающая разряд током до 300 *ма*.

При использовании для накала ламп этого же приемника элементов ЗМСВД их потребуется десять штук. Надо сначала составить две группы, соединив в каждой группе параллельно по 5 элементов, а затем соединить эти две группы между собой последовательно.

Точно так же производится подбор нужного комплекта источников питания для питания других приемников.

Когда батареи выбраны, можно произвести ориентировочный расчет, сколько времени они могут проработать? Допустим, что для того же приемника нами использована анодная батарея БС-70, а батарея накала составлена из двух батарей БНС МВД-500 (поскольку батареи соединены последовательно, их емкость 500 *ач*). Приблизительно считаем, что приемник потребляет токи: от анодной батареи — 5 *ма* (0,005 *а*) и от батареи накала — 250 *ма* (0,25 *а*).

В этом случае анодная батарея будет работать 7 : 0,005 = = 1 400 час., а накальная 500 : 0,25 = 2 000 час. Практически такого комплекта батарей для данного радиоприемника при 3—4-часовой ежедневной работе хватит на 1 год.

В заключение этой беседы дадим ряд практических советов, о том, как пользоваться гальваническими батареями и элементами.

Прежде всего, нельзя испытывать годность элементов или батарей «на искру». Даже при мгновенных коротких замыканиях ток в цепи достигает значительной величины, из-за чего значительно снижается запас энергии в элементе или батарее.

Во время присоединения батарей к приемнику нужно внимательно следить, чтобы не перепутать между собой выводы батарей накала и анода. Если в цепь накала ламп случайно будет включена анодная батарея, то все лампы приемника перегорят.

Поэтому во всех случаях на зажимах приемника необходимо делать пометки, к какому из них что присоединяется, а на проводниках, идущих от батарей, подвешивать маленькие картонные этикетки. Это спасет от случайных ошибок.

Беседа двадцать первая

ПИТАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОВ ОТ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Питать ли приемник от батарей или от осветительной сети? Такой вопрос возникает, конечно, только тогда, когда имеется сеть электрического освещения. Когда ее нет, ясно, что имеется только одна возможность — питать от батарей.

Батареи требуют к себе большого внимания, разряжаются и в конце концов требуют замены. Это самое слабое место батарейного радиоприемника.

Радиоприемники, питаемые от осветительной сети, почти не требуют хлопот. Достаточно замкнуть выключатель, и питание приемнику обеспечено. Поэтому, когда есть возможность питать приемник от электрической сети, нет никакого смысла возиться с батареями. При этом потребуются несколько бо̀льшие расходы при изготовлении приемника — к нему придется сделать выпрямитель, но все это с избытком окупится в процессе пользования приемником.

В осветительной сети чаще всего идет переменный ток и значительно реже постоянный. Переменный ток, как мы знаем, легко трансформируется и этим выгодно отличается от постоянного тока. Однако, можно использовать для питания приемников и постоянный ток.

В настоящей беседе мы познакомимся с использованием осветительной сети обоих видов тока для питания анодных и накальных цепей приемника.

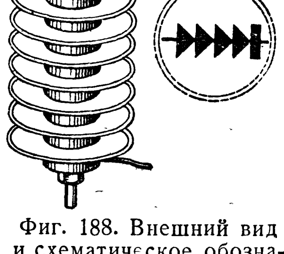
Начнем с питания от сети переменного тока. В наших электросетях течет ток частоты 50 *гц*. Таким током можно питать только нити накала подогревных ламп. Для питания анодных цепей он пригоден только после преобразования его в постоянный ток.

Задача получения напряжения, потребного для питания накала ламп, решается с помощью трансформатора (о чем подробно сказано в 18-й беседе). Несколько сложнее обстоит дело с преобразованием его в постоянный ток. Последнее достигается с помощью выпрямителя.

СПОСОБЫ ВЫПРЯМЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

С выпрямлением переменного тока мы уже знакомы по работе детекторного приемника. Кристаллический детектор в наших первых приемниках выпрямлял переменный ток высокой частоты.

Совершенно то же самое происходит и в выпрямителе сетевого переменного тока с той лишь разницей, что детектор, выпрямляя слабые модулированные колебания, дает пульсирующий ток звуковой частоты, а выпрямитель для питания анодных цепей приемника выпрямляет более мощные колебания низкой частоты с неизменной амплитудой и дает постоянный ток.


Фиг. 188. Внешний вид и схематическое обозначение селенового столбика.

Существует несколько видов выпрямителей. Так, например, в некоторых приемниках применяются так называемые т в е р д ы е в ы п р я м и т е л и, состоящие из собранных в виде столбиков железных пластинок (фиг. 188), поверхность которых покрыта с одной стороны с е л е н о м. Но наибольшее распространение получили ламповые выпрямители.

ОДНОПОЛУПЕРИОДНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

В ламповых выпрямителях используются двухэлектродные лампы. Лампы, предназначенные для работы в выпрямителях, называют к е н о т р о н а м и.

Мы знаем, что через двухэлектродную лампу проходит ток только в том случае, если его катод раскален и испускает электроны, а на его аноде будет плюс относительно катода. Когда же на аноде будет минус, кенотрон будет как бы разрывать ту цепь, в которую он включен.

Разогреем катод двухэлектродной лампы с помощью какого-либо источника тока, например гальванического элемента, и включим ее в сеть переменного тока, как это показано на фиг. 189.

Фиг. 189. Схема простейшего выпрямителя.

В виде сопротивления R мы условно обозначаем нагрузку, т. е. потребитель тока, например, анодные цепи приемника. Во время положительных полупериодов, когда на аноде будет положительное напряжение по отношению к катоду, в цепи через нагрузку будет проходить ток[1]; при отрицательных полупериодах — в цепи тока не будет.

На конце сопротивления R, соединенном с катодом, будет плюс, а на противоположном конце минус. Полярность включения батареи накала здесь не имеет никакого значения, так как она нужна только для нагрева катода. Такой ток является током постоянного направления, но пульсирующим по своему характеру. В течение каждой секунды он будет 50 раз появляться в цепи, увеличиваться до некоторого значения, затем убывать и прекращаться на определенные промежутки времени. Таким током анодные цепи приемника питать нельзя. Проходя через телефон или громкоговоритель, такой ток будет заставлять их звучать с частотой 50 *гц*. В телефоне или громкоговорителе будет слышен гул низкого тона, называемый фоном переменного тока. Но если «впадины» между импульсами такого тока как-то заполнить, то он будет пригоден для питания анодных цепей. Как это сделать, расскажем несколько позднее в этой беседе.

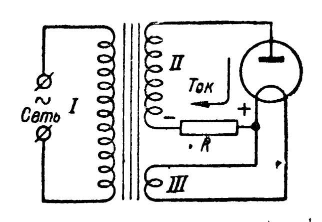
Посмотрев на схему фиг. 189, многие наши читатели наверное скажут: ведь мы хотим избавиться от батарей, а для того,

[1] На схемах выпрямителей мы указываем направление тока, т. е. направление, обратное движению электронов.

чтобы выпрямитель работал, в нем нужно применять батарею! Замечание правильное, но такую схему мы начертили исключительно для простоты пояснения принципа работы выпрямителя.

Рассмотренная схема имеет еще два существенных недостатка. К первому из них надо отнести зависимость напряжения выпрямленного тока от напряжения сети.

Вторым недостатком является невозможность присоединения к приемнику заземления, так как при таком присоединении ток из электросети пойдет в землю, и перегорят пробки (предохранители).



Фиг. 190. Схема однополупериодного выпрямителя.

Схема выпрямителя, показанного на фиг. 190, не имеет этих недостатков. В ней выпрямляется напряжение изолированной повышающей обмотки *II* трансформатора, напряжение которой можно подобрать соответствующим числом витков. Катод кенотрона питается от отдельной обмотки *III* того же трансформатора.

При включении первичной обмотки трансформатора в сеть переменного тока через сопротивление *R* будет так же, как и в предыдущей схеме, протекать пульсирующий ток.

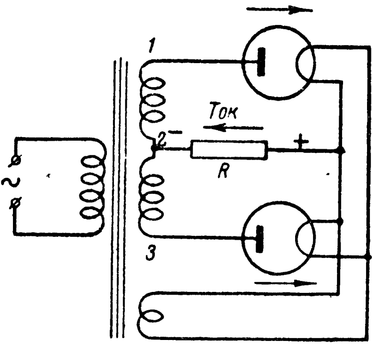
В разобранных нами схемах выпрямителей для создания выпрямленного тока используется только одна половина периода переменного тока. Такое выпрямление переменного тока называют однополупериодным, а приведенные выше схемы — схемами однополупериодного выпрямления.

ДВУХПОЛУПЕРИОДНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

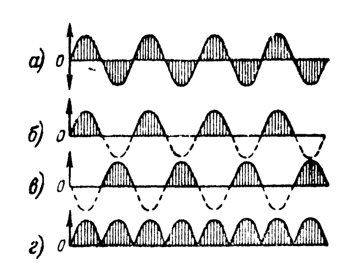
На фиг. 191 приведена схема выпрямителя, в которой используются оба полупериода переменного тока. Для этого трансформатор имеет две соединенных между собой последовательно повышающих обмотки и в схеме используются два кенотрона. Катоды кенотронов включены параллельно и питаются от одной общей обмотки.

Рассмотрим, как работает такая схема. Когда на зажиме *1* повышающей обмотки будет положительное напряжение относительно зажима *2*, ток пройдет от анода к катоду верхнего кенотрона, через нагрузочное сопротивление в направлении

стрелки. Так как на аноде нижнего кенотрона в это время будет отрицательное напряжение, он не будет пропускать через себя ток. В следующий полупериод анод нижнего кенотрона будет иметь положительное напряжение по отношению к средней точке, а анод верхнего кенотрона — отрицательное. Теперь ток пройдет через нижний кенотрон и сопротивление. Верхний кенотрон будет в это время «отдыхать». В следующие периоды все это будет повторяться.



Фиг. 191. Схема двухполупериодного выпрямителя.



Фиг. 192. Графики работы двухполупериодного выпрямителя:

а — ток в первичной обмотке трансформатора; *б* ток первого кенотрона; *в* — ток второго кенотрона; *г* — ток через нагрузочное сопротивление.

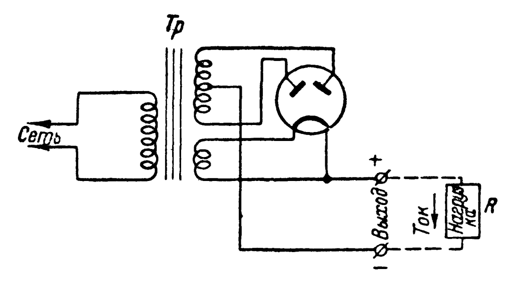
Фиг. 193. Внешний вид и схематическое обозначение кенотронов.

Таким образом, независимо от того, что на вторичной обмотке действует переменное напряжение, через сопротивление протекает ток все время одного направления. Графики, показанные на фиг. 192, дополняют наш рассказ.

Ток двухполупериодного выпрямителя очень выгодно отличается от тока однополупериодного выпрямителя. Если при однополупериодном выпрямлении мы имели 50 импульсов и столько же «провалов» в секунду, то при двухполупериодном выпрямлении имеется 100 импульсов

в секунду и нет «провалов» тока. Но такой ток все же пульсирующий и питать им анодные цепи нельзя.

Ничего не изменится, если два кенотрона поместить в один баллон. Такие сдвоенные кенотроны в современных радиоприемниках являются наиболее распространенными. Их называют двуханодными кенотронами.



Фиг. 194. Схема выпрямителя с двуханодным кенотроном.

Схематическое обозначение и внешний вид двуханодных кенотронов показаны на фиг. 193. Кенотрон ВО-188—прямого накала. У него нить накала является одновременно катодом; кенотрон 5Ц4С имеет подогревный катод, соединенный с нитью накала внутри лампы. Кенотрон 30Ц6С подогревный и имеет два отдельных анода и два отдельных катода.

Схема выпрямителя, в котором использован двуханодный кенотрон, приведена на фиг. 194.

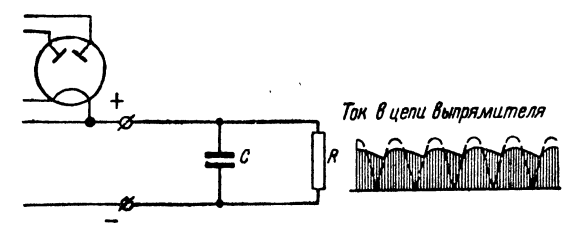
СГЛАЖИВАЮЩИЙ ФИЛЬТР

Мы знаем, что конденсатор обладает свойством накапливать электрические заряды. При этом он заряжается до величины приложенного к нему напряжения; заряд будет тем больше, чем больше емкость конденсатора.

Если конденсатор включить параллельно нагрузочному сопротивлению выпрямителя (фиг. 195) от импульсов выпрямленного тока, он будет заряжаться, одновременно разряжаясь на сопротивление. Если емкость конденсатора окажется достаточно большой, то он не будет успевать разряжаться полностью за время между импульсами тока. Тогда в промежутках между импульсами ток через сопротивление будет поддерживаться зарядом конденсатора. Такой ток выпрямителя показан на той же фиг. 195. Пунктирной линией указаны импульсы тока через нагрузку, если бы не было конденсатора, а сплошной — кривая тока при наличии конденсатора. Мы видим, что такой ток уже приблизился к ровному постоянному току, но в нем еще сохранились небольшие пульсации.

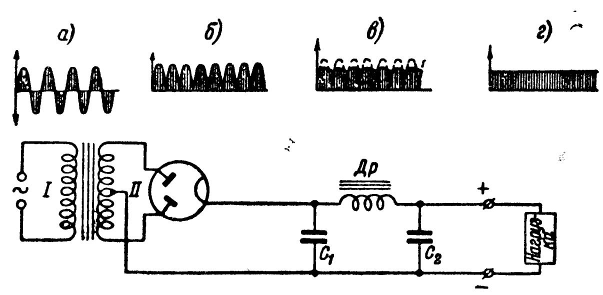
Рассмотрим, как можно еще уменьшить эти пульсации?

Это достигается включением в цепь выпрямленного тока дросселя низкой частоты и еще одного конденсатора, как показано на фиг. 196. Индуктивность катушки дросселя всегда оказывает противодействие изменению протекающего через нее тока. Она будет оказывать препятствие нарастанию тока



Фиг. 195. Включенный параллельно нагрузке конденсатор сглаживает пульсации выпрямленного тока (другие цепи выпрямителя для простоты схемы не показаны).

и, наоборот, будет поддерживать убывающий ток. Дополнительный конденсатор C_2, включенный после дросселя параллельно нагрузке, будет, подобно конденсатору C_1, способствовать сглаживанию пульсаций. Конденсаторы C_1 и C_2 и дроссель *Др* образовали ячейку сглаживающего филь-



Фиг. 196. Упрощенная схема двухполупериодного выпрямителя и графики токов, поясняющие его работу.

тра выпрямителя. Зажимы ячейки фильтра, соединяющиеся с выпрямителем, являются входом фильтра, а зажимы, к которым присоединяется нагрузка, являются его выходом.

Графики, приведенные на фиг. 196, дают картину двухполупериодного выпрямления переменного тока и сглаживания пульсаций с помощью фильтра. Подведенный к выпрямителю

переменный ток (фиг. 196,*а*) с помощью кенотрона превращается в ток пульсирующий (фиг. 196,*б*). Первый конденсатор фильтра своим зарядом поддерживает постоянство напряжения тока (фиг. 196,*в*). Дроссель фильтра, препятствуя изменению тока, дополнительно сглаживает пульсации выпрямленного тока и, наконец, конденсатор C_2 почти полностью уничтожает пульсации. В результате в нагрузке (в анодных цепях) получается постоянный ток (фиг. 196,*д*). Зажимы + и —, являющиеся выходом фильтра, заменяют полюсы анодной батареи. Напряжение и ток, которые может давать выпрямитель, зависят от напряжения повышающей обмотки трансформатора и от используемого кенотрона.

Качество сглаживания пульсаций выпрямленного тока зависит от емкости конденсаторов и индуктивности дросселя сглаживающего фильтра. Чем больше эти величины, тем лучше сглаживаются пульсации и тем слабее прослушивается в телефоне или громкоговорителе фон переменного тока. Дроссель фильтра может быть заменен сопротивлением в несколько тысяч *ом*.

Точно таким же фильтром сглаживаются пульсации выпрямленного тока однополупериодного выпрямителя. Но в этом случае емкости и индуктивность фильтра должны быть возможно бо́льшими.

Для сглаживающего фильтра обычно используют электролитические конденсаторы емкостью в 8—10 и более *мкф*, или бумажные емкостью в 4—6 *мкф*.

Если на трансформатор добавить еще одну обмотку для питания нитей накалов ламп, то выпрямительное устройство превратится в законченный блок питания приемника.

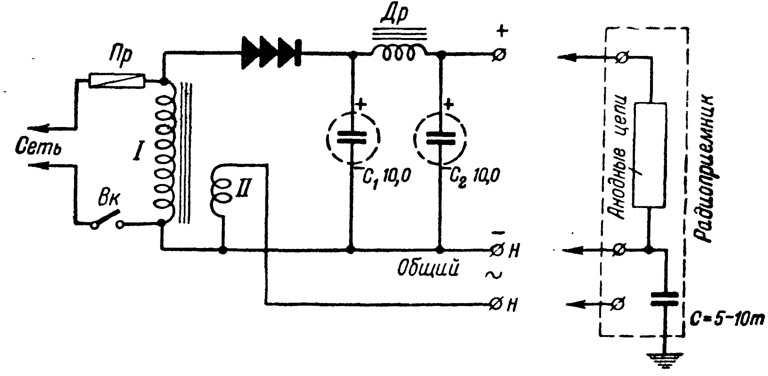
Разберем несколько практических схем, которыми радиолюбители могут воспользоваться для своих конструкций.

СХЕМЫ И КОНСТРУКЦИИ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Однополупериодные выпрямители. В схеме фиг. 197 используется понижающий трансформатор, имеющий две обмотки: первичную, рассчитанную на включение в сеть переменного тока с напряжением 110 или 220 *в*, и вторичную — понижающую обмотку, для питания накала ламп. Последняя обмотка должна давать напряжение 6,3 *в*.

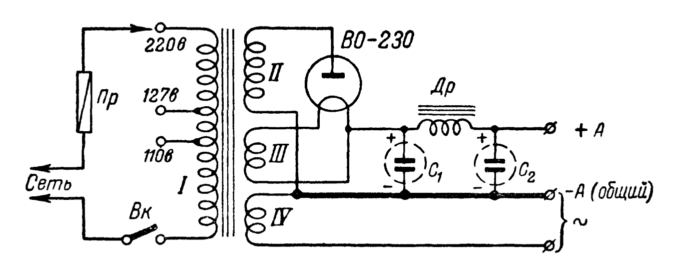
В качестве силового трансформатора можно использовать звонковый понижающий трансформатор типа «Гном» или по-

нижающий трансформатор, который продается вместе с наборами «Электроконструктор». Можно также использовать трансформатор, применяемый в проекционных аппаратах «Аллоскоп». Вторичная обмотка этих трансформаторов обычно дает нужное напряжение для накала лампы.



Фиг. 197. Схема селенового выпрямителя.

В выпрямителе работает селеновый столбик. Число шайб в столбике зависит от напряжения сети. На каждую шайбу должно приходиться около 10 *в* переменного напряжения. Для сети с напряжением 127 *в* в столбике должно быть 12—



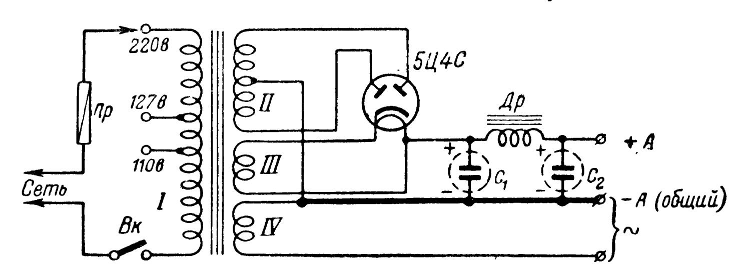
Фиг. 198. Схема кенотронного выпрямителя с силовым трансформатором.

15 шайб, для сети с напряжением 220 *в* 20—22 шайбы. Выпрямленный ток при диаметре шайб в 25 *мм* будет составлять не более 60 *ма*. Этого вполне достаточно для питания простых радиоприемников.

Один из выводов обмотки накала ламп соединен с минусом. Таким образом *«общий»* проводник, идущий к зажиму

минус (—) является общим для анодных и накальных цепей. Так как *«общий»* проводник соединен с сетью, то присоединять к приемнику заземление допустимо только через слюдяной конденсатор *С* емкостью в 5—10 тыс. *мкмкф*, как показано на фиг. 197.

Схема фиг. 198 питается от силового трансформатора с повышающей обмоткой *II*, дающей напряжения 200—250 *в*. Обмотка *III* является обмоткой накала кенотрона; обмотка *IV*



Фиг. 199. Схема двухполупериодного выпрямителя с силовым трансформатором.

питает нити накала ламп. Такой трансформатор можно изготовить самим. В этой схеме утолщенный проводник является также общим минусом, а так как он изолирован от сети, к нему можно присоединять заземление.

Двухполупериодный кенотронный выпрямитель. Схема такого выпрямителя показана на фиг. 199. В ней применен силовой трансформатор, имеющий сетевую обмотку, рассчитанную на включение в сеть с напряжением 110, 127 и 220 *в*. Повышающая обмотка *II* дает напряжение 2 $\times$ 300 *в*. Напряжения обмоток накала кенотрона и ламп приемника зависят от используемых ламп. Здесь, так же, как и в предыдущих схемах, обмотка накала ламп соединена с минусом выпрямителя.

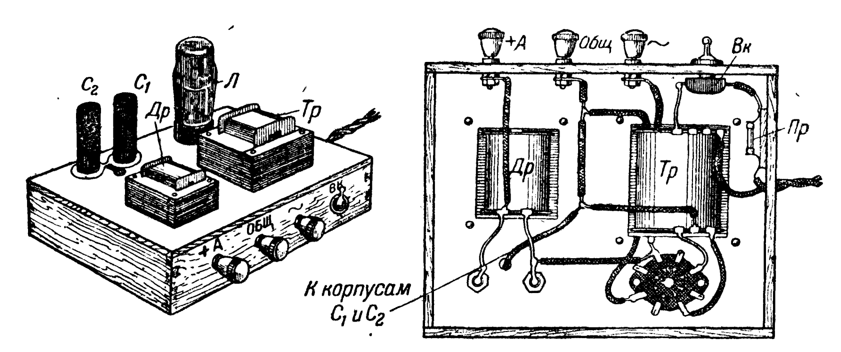
Выпрямитель, собранный по этой схеме, пригоден для питания любого радиоприемника или усилителя.

На фиг. 200 показан общий вид и монтажная схема двухполупериодного выпрямителя по схеме фиг. 199. В нем использованы самодельный силовой трансформатор и дроссель фильтра. Рекомендуем радиолюбителям смонтировать такой выпрямитель и пользоваться им для питания приемников.

При изготовлении самодельных трансформаторов надо пользоваться простейшими расчетами, приведенными в 18-й беседе.

РАБОТА С ВЫПРЯМИТЕЛЕМ

Выпрямитель нельзя включать в сеть, не присоединив к нему нагрузку, т. е. анодные цепи приемника. Дело в том, что если к выпрямителю не приключена нагрузка, на обкладках конденсаторов фильтра развивается чрезмерно большое напряжение, которое может испортить их. Включая же нагрузку, появляется ток, который вызывает падение напряжения



Фиг. 200. Общий вид и монтажная схема двухполупериодного выпрямителя.

в обмотке трансформатора на кенотроне и в дросселе фильтра.

Не забывайте, что в выпрямителе получаются высокие напряжения. Поэтому обращаться с выпрямителем надо очень аккуратно. Необходимые изменения в нем или присоединение его к приемнику надо делать только тогда, когда он отключен от сети.

ПИТАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКА ОТ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

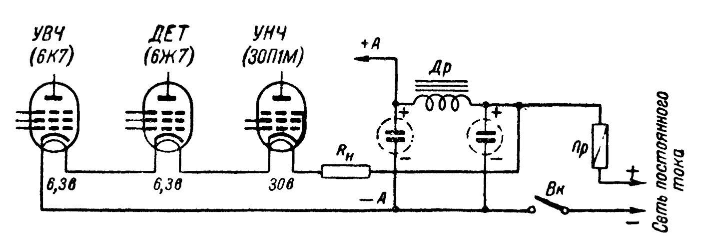
Сеть постоянного тока на первый взгляд кажется весьма заманчивым источником для питания радиоприемника. Не надо делать трансформатор, собирать выпрямитель. Подключил приемник к сети — и он работает. Но это не совсем так. Питание от сети постоянного тока доставляет значительно больше хлопот, нежели питание от сети переменного тока. И вот почему.

Постоянный ток не трансформируется, а потому получить любое напряжение от него представляет большие трудности, зачастую неразрешимые в любительских условиях. Если,

например, сеть имеет напряжение 110 *в*, то мы не сможем получить от нее 250 *в*, нужных для нормальной работы приемника.

Не меньшая трудность создается при питании от сети постоянного тока нитей накала ламп, которым требуется напряжение всего в несколько вольт. Кроме того, в сети постоянного тока течет постоянный ток только по названию. На самом деле он пульсирующий и без предварительной фильтрации для питания анодных цепей непригоден.

И тем не менее, сеть постоянного тока может быть использована для питания радиоприемников.



Фиг. 201. Питание от сети постоянного тока.

Схема цепей питания радиоприемника, работающего на подогревных лампах от сети постоянного тока, показана на фиг. 201. Ток, идущий на питание анодных цепей приемника, подвергается сглаживанию с помощью фильтра, состоящего из конденсаторов и дросселя. Нити накала всех ламп соединены между собой последовательно и включаются в сеть через сопротивления $R_н$, на котором гасится излишек напряжения. Для такого приемника необходимо подбирать лампы, потребляющие одинаковый ток накала, так как ток во всей цепи накала будет одинаков. Нельзя включать в такую цепочку, например, лампу 6К7 с лампой 6Ф6, так как первая из них потребляет ток 0,3 *а*, а вторая 0,7 *а*. Если эти лампы включить последовательно, то нить лампы 6К7, вследствие большого сравнительно с лампой 6Ф6 сопротивления, не пропустит ток, необходимый для накала лампы 6Ф6, из-за чего лампа 6Ф6 не разогреется должным образом. При включении приемника лампа 6К7 может перегореть.

В схемах таких радиоприемников в качестве выходной лампы необходимо использовать лампу 30П1М, у которой ток накала, как у большинства подогревных ламп, равен 0,3 *а*. Напряжение накала лампы 30П1М равно 30 *в*.

Величина сопротивления $R_н$ зависит от числа включаемых ламп и подсчитывается, используя формулу закона Ома, в следующем порядке.

Сначала определяется напряжение, необходимое для всех последовательно включенных ламп. Получившийся результат вычитается из напряжения, даваемого сетью. Затем полученную разность делят на ток, протекающий по цепи накала, и таким образом узнают величину сопротивления $R_н$.

Допустим, что напряжение сети составляет 110 *в*. Включаем в нее последовательно соединенные нити накала ламп 6К7, 6Ж7 и 30П1М. Как велико должно быть сопротивление $R_н$?

Первые две лампы требуют для накала напряжение по 6,3 *в*, а третья — 30 *в* (эти данные узнаем из приложения 1). Значит, для накала всех трех последовательно соединенных ламп нужно напряжение 6,3 *в* + 6,3 *в* + 30 *в* = 42,6 *в*.

Излишек напряжения будет составлять 110 *в* — 42,6 *в* = = 67,4 *в*.

Эти 67,4 *в* необходимо погасить сопротивлением $R_н$, величина которого должна быть

$$R_н = \frac{67{,}4\,в}{0{,}3\,в} \approx 220\,ом.$$

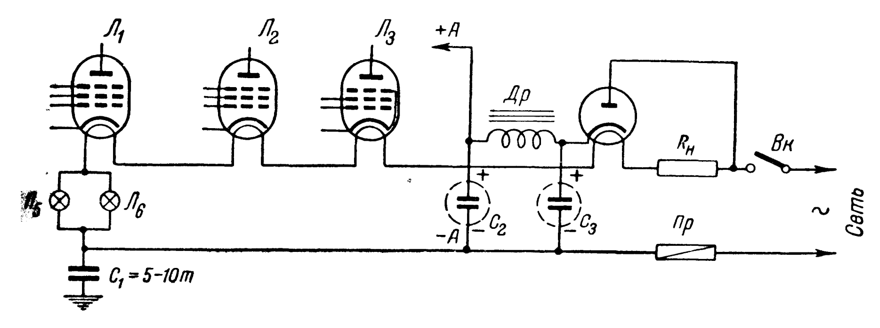
Сопротивление $R_н$ должно быть обязательно проволочным, так как на нем теряется мощность 0,3 *а* × 67,4 *в* ≈ 20 *вт*.

Радиоприемник включается в сеть через предохранитель *Пр*. Присоединять заземление к такому приемнику можно только через конденсатор емкостью в 5—10 тыс. *мкмкф*.

БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

На фиг. 202 приведена так называемая схема бестрансформаторного питания приемника от сети переменного тока. Здесь все нити накала ламп, включая нить накала кенотрона $Л_4$ типа 30Ц1М, соединены между собой последовательно, так же как в схеме питания от сети постоянного тока. Излишек напряжения в цепи накала гасится сопротивлением $R_н$, который подсчитывается так же, как для питания от сети постоянного тока. Все лампы, используемые в приемнике, должны быть рассчитаны на одинаковый ток.

Кенотрон $Л_4$ дает однополупериодное выпрямление переменного тока. Когда на проводе сети, соединенном с выключателем *Вк*, а значит, и на аноде кенотрона будет положительное напряжение относительно провода, соединенного с предохранителем *Пр*, от анода к катоду кенотрона пройдет ток. В следующий полупериод ток через кенотрон отсутствует. Это повторится и в следующие периоды. Пульсации выпрямленного тока сглаживаются фильтром, состоящим из дросселя *Др* и конденсаторов C_2 и C_3.



Фиг. 202. Схема бестрансформаторного выпрямителя.

Лампочки $Л_5$ и $Л_6$ являются лампочками от карманного фонарика и служат для освещения шкалы настройки приемника.

При таком включении они работают с неполным накалом при напряжении на них около 2,5 *в*. Заземление присоединяется к приемнику через конденсатор C_1.

К недостаткам такой схемы следует отнести зависимость выпрямленного напряжения от напряжения сети и ограниченность в выборе ламп.

* *
*

Ознакомившись с различными схемами питания радиоприемников от сетей, читатель вправе задать вопрос: какая же схема лучше?

Порекомендуем ему пользоваться выпрямителем с силовым трансформатором по двухполупериодной схеме. Такая схема выгодно отличается от других схем выпрямителей.

Беседа двадцать вторая

САМОДЕЛЬНЫЕ СЕТЕВЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

Детектирование и усиление низкой частоты в сетевом радиоприемнике ничем не отличается от тех же процессов в батарейных радиоприемниках. Изменяются только используемый источник питания и лампы. Поэтому, знакомя наших читателей с сетевыми радиоприемниками, мы будем отмечать только наиболее характерные их особенности, отличающие их и от батарейных приемников.

К числу первых особенностей нужно отнести прежде всего значительно большее усиление, которое дают сетевые приемники по сравнению с батарейными. При правильно подобранном комплекте ламп и питании даже двухламповый приемник может обеспечить громкую работу местных радиовещательных станций на довольно мощный динамик. Между тем, однотипный батарейный приемник может обеспечить прием лишь на громкоговоритель типа «Рекорд» или на маломощный динамик. Выигрыш в усилении сетевого приемника получается в основном за счет большего расхода электроэнергии и лучших свойств подогревных ламп.

Благодаря возможностям получить большое усиление другими способами, в сетевых приемниках междуламповая трансформаторная связь в большинстве случаев не применяется. В них основным видом междуламповой связи является связь на сопротивлениях. Таковы первые особенности сетевых радиоприемников. О других особенностях будет сказано в ходе беседы.

ПРОСТОЙ ДВУХЛАМПОВЫЙ ПРИЕМНИК[1]

Приемник обеспечивает громкую работу громкоговорителя «Рекорд».

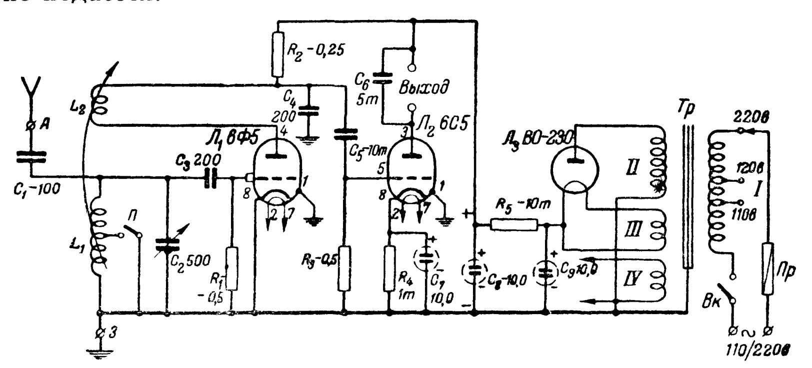
Первая лампа этого приемника 6Ф5 работает как сеточный детектор с обратной связью, а вторая — 6С5 — в выходной ступени усиления низкой частоты. Анодные цепи питаются от однополупериодного выпрямителя, в котором использован одноанодный кенотрон ВО-230 (фиг. 203). Сопротивление R_5 и конденсаторы C_8 и C_9 образуют ячейку сглаживающего фильтра выпрямителя. Нити накала ламп питаются от пони-

[1] Сетевые приемники носят названия по числу входящих в него ламп, за исключением кенотрона. Таким образом, двухламповый приемник, включая кенотрон, содержит всего три лампы.

жающей обмотки силового трансформатора *Тр*, которая должна давать напряжение 6,3 *в*.

Сопротивление R_4 является сопротивлением смещения лампы $Л_2$. Через него проходит только ток лампы $Л_2$. Конденсатор C_7 шунтирует это сопротивление. Напряжение смещения подается на управляющую сетку лампы через сопротивление цепи сетки R_3.

На управляющую сетку детекторной лампы $Л_1$ смещение не подается.



Фиг. 203. Принципиальная схема простого двухлампового приемника с выпрямителем.

В приемнике используется катушка колебательного контура L_1 и катушка обратной связи L_2, описанные на стр. 243.

Данные сопротивлений и конденсаторов указаны на принципиальной схеме. Сопротивление R_5 на мощность 1 *вт*. Конденсаторы C_7, C_8 и C_9 электролитические: C_7 — на рабочее напряжение 15—20 *в*, C_8 и C_9 — на 300—350 *в*.

Силовой трансформатор самодельный. Площадь поперечного сечения его сердечника 6—8 $см^2$.

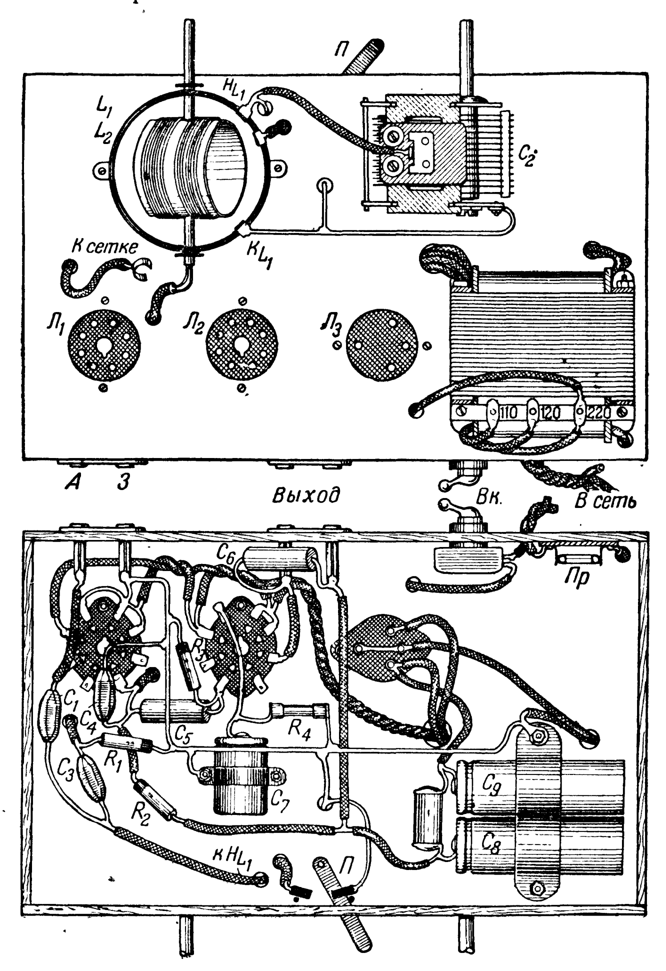
Первичная обмотка имеет 1 760 витков с отводами от 880 и 960 витков, повышающая 2 000 витков, обмотка накала кенотрона 32 витка и обмотка накала приемно-усилительных ламп 40 витков.

Монтажные схемы приемника показаны на фиг. 204.

ПРИЕМНИК С ДВОЙНЫМ ТРИОДОМ

В этом приемнике можно использовать лампу 6Н7, 6Н9М или 6Н8М. Каждая из этих ламп представляет собой сдвоенный триод, так же как батарейная лампа СО-243. Различие

между ними заключается в том, что лампа 6Н7 имеет один общий подогревный катод для обоих триодов, а лампы 6Н9М и 6Н8М имеют раздельные катоды для каждого триода.

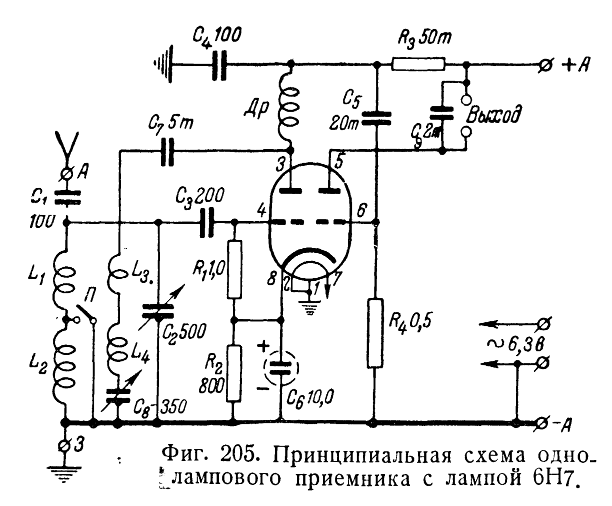


Фиг. 204. Монтажные схемы простого двухлампового приемника с выпрямителем.

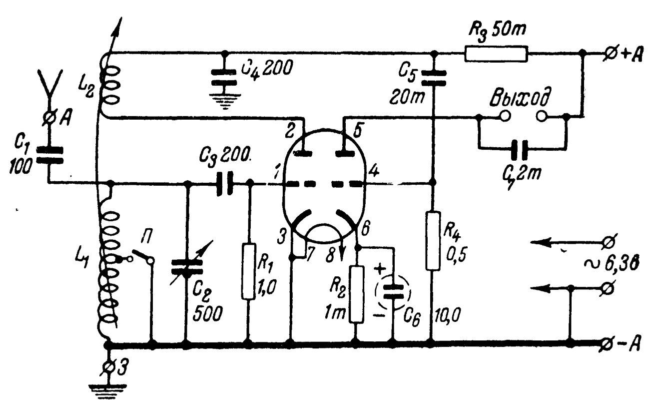
Принципиальная схема приемника с лампой 6Н7 показана на фиг. 205, а схема с лампой 6Н9М или 6Н8М — на фиг. 206. Для питания таких приемников можно использовать любой выпрямитель, дающий выпрямленное напряжение 200—300 *в*,

и переменное напряжение для питания накала 6,3 *в*. Питание подключается к соответствующим зажимам.

На схемах фиг. 205 и 206 показаны различные способы регулировки обратной связи, однако способ, использованный



Фиг. 205. Принципиальная схема однолампового приемника с лампой 6Н7.



Фиг. 206. Принципиальная схема однолампового приемника с лампой 6Н9М или 6Н8М.

в схеме фиг. 205, может быть применен в схеме по фиг. 206 и наоборот. Данные катушек колебательного контура и обратной связи можно взять из любой описанной выше схемы.

В обеих схемах левый триод работает как сеточный детектор, а правый служит для усиления низкой частоты. С сопротивления R_3 напряжение звуковой частоты подается на управляющую сетку лампы ступени усиления низкой частоты через разделительный конденсатор C_5. В анодную цепь правого триода (в гнезда «выход») включается громкоговоритель или телефон.

На схеме фиг. 205 между минусом и катодом включено сопротивление смещения R_2, но напряжение, которое на нем создается за счет анодного тока обоих триодов, подается только на управляющую сетку правого триода, через сопротивление R_4. На сетку левого триода это напряжение не подается, так как последняя соединена с катодом через сопротивление R_1. Конденсатор C_6 шунтирует сопротивление смещения.

В схеме фиг. 206 сопротивление смещения включено только в цепь катода правого триода. Левый триод этой схемы работает без постоянного отрицательного напряжения смещения.

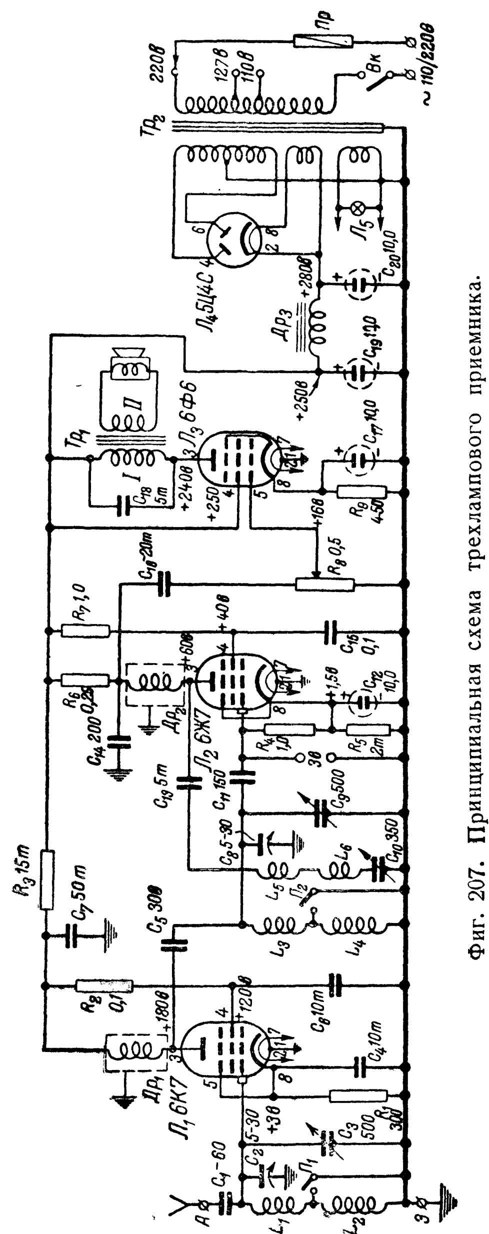
ТРЕХЛАМПОВЫЙ ПРИЕМНИК С ДИНАМИКОМ

Этот приемник рассчитан на прием радиостанций средневолнового (200—550 *м*) и длинноволнового (750—2 000 *м*) диапазонов. Его низкочастотная часть может быть использована для воспроизведения через динамик граммофонной записи с помощью звукоснимателя. Напряжение на аноды и экранирующие сетки ламп подается от двухполупериодного выпрямителя, работающего с кенетроном 5Ц4С (фиг. 207). Нити накала ламп питаются от понижающей обмотки силового трансформатора $Тр_2$.

Коренным отличием этого приемника от всех предыдущих является наличие в нем ступени усиления высокой частоты. Это значит, что колебания высокой частоты с катушек L_1 и L_2 антенного контура не прямо поступают на сетку детекторной лампы, а сначала подвергаются усилению с помощью специальной электронной лампы — пентода. Для этого колебательный контур, включенный в антенную цепь, соединяется с управляющей сеткой указанной лампы $Л_1$ типа 6К7. В цепи этой сетки нет конденсатора и сопротивления, обычных для детекторной лампы. Поэтому от действия переменного напряжения высокой частоты на управляющую сетку лампы $Л_1$ ее анодный ток будет содержать кроме постоянной составляющей только переменную составляющую высокой частоты; переменной составляющей низкой частоты в анодной цепи лампы $Л_1$ не будет. В анодную цепь этой лампы включен высокочастотный дроссель $Др_1$. Так как через него не проходит анодный

ток, пульсирующий с высокой частотой, на нем получается усиленное напряжение высокой частоты. Через конденсатор C_5 усиленные колебания высокой частоты поступают на второй колебательный контур приемника, состоящий из катушек индуктивности L_3 и L_4 и конденсатора переменной емкости C_9. Этот контур, так же как и антенный, настраивается в резонанс с частотой принимаемой станции. С этого контура колебания высокой частоты через конденсатор C_{11} поступают уже на сетку детекторной лампы $Л_2$ типа 6Ж7. Ступень усиления высокой частоты делает более устойчивым прием дальних станций и улучшает отстройку от мешающей радиостанции.

Обратим внимание читателей на сопротивление R_3 и конденсатор C_7. Через сопротивление R_3 проходит анодный ток и ток экранной сетки лампы 6К7 ступени усиления высокой частоты, а конденсатор C_7 шунтирует анодное напряжение этой лампы после сопротивле-



Фиг. 207. Принципиальная схема трехлампового приемника.

ния R_3. Комбинация из конденсатора C_7 и сопротивления R_3 носит название развязывающего фильтра. Служат они для того, чтобы затруднить путь через дроссель $Др_2$ от анода лампы $Л_2$ токам высокой частоты в анодную цепь лампы $Л_1$. Если не поставить развязывающего фильтра, колебания высокой частоты с анода лампы $Л_2$ смогут «просочиться» через дроссели и через конденсатор C_5 во второй контур. Такое «просачивание» будет равносильно действию обратной связи из анодной цепи детекторной лампы во второй колебательный контур, что может привести к возбуждению собственных колебаний в этом контуре (как говорят, к самовозбуждению схемы), которыми мы не в состоянии будем управлять.

Рассмотрим теперь остальную часть схемы приемника.

Его выходная ступень работает с пентодом 6Ф6 ($Л_3$). В анодную цепь последнего включена первичная обмотка выходного трансформатора $Тр_1$, вторичная обмотка которого соединена с катушкой динамического громкоговорителя.

Лампа $Л_1$ получает автоматическое смещение через катушки колебательного контура L_1 и L_2 с сопротивления R_1, а лампа $Л_3$ — через сопротивление цепи сетки R_8 с сопротивления R_9.

Лампа $Л_2$ во время приема радиовещательных станций работает без автоматического смещения. Но когда в гнезда приемника $Зв$ включается звукосниматель, сетка лампы $Л_2$ оказывается соединенной через него с нижним концом сопротивления R_5 и на сетке получится отрицательное напряжение относительно катода. В этом случае лампа $Л_2$ будет работать уже не в качестве детектора, а как усилитель напряжения звуковой частоты, поступающего от звукоснимателя. Но стоит только отключить звукосниматель, как лампа $Л_2$ вновь начинает выполнять функции сеточного детектора.

Таким образом, при работе от звукоснимателя радиоприемник становится двухступенным усилителем низкой частоты.

В том случае, если использовать приемник для воспроизведения граммзаписи не предполагается, сопротивление R_5 и конденсатор C_{12} можно из схемы удалить, а катод лампы соединить с общим минусом.

Регулировка усиления приемника производится потенциометром R_8, который включен вместо обычного сопротивления цепи сетки. На него поступает напряжение звуковой частоты от детекторной ступени. При положении ползунка в крайнем верхнем положении, на сетку лампы $Л_3$ будет подано наибольшее напряжение звуковой частоты, что соответствует наиболь-

шей громкости. По мере передвижения ползунка вниз громкость будет падать.

Регулятор усиления действует как при приеме радиостанций, так и во время проигрывания граммпластинок.

Подстроечные конденсаторы C_2 и C_8 * нужны для согласования начальной емкости колебательных контуров.

Детали. Катушки колебательных контуров самодельные. Устройство катушек детекторной ступени нам известно по одноламповому приемнику (см. стр. 210). Катушки L_1 и L_2 точно такие же, как L_3 и L_4, но на их каркасе не должно быть катушек обратной связи. Только в этом и заключается отличие катушек ступени усиления высокой частоты от катушек детекторной ступени.

Переключатели диапазонов $П_1$ и $П_2$ должны замыкаться и размыкаться одновременно. Желательно использовать двухплатный переключатель заводского изготовления. Правда, в нем не используются полностью все контакты, но он выгодно отличается удобством пользования от самодельных. Кроме того, он будет необходим нам в дальнейшем для более сложных конструкций. Но можно использовать и самодельный переключатель с двумя замыкающими пластинками.

Потенциометр R_8 желательно иметь с выключателем *Вк*, который используется для включения приемника. В противном случае придется устанавливать дополнительный выключатель. Сопротивление R_9 должно быть проволочное или остеклованное на мощность 1—2 *вт*. Через него протекает ток около 40 *ма*. Непроволочные сопротивления малого размера будут греться и даже сгорать. Остальные сопротивления можно применять любого типа.

Конденсаторы C_{12} и C_{17} электролитические, рассчитанные на рабочее напряжение 20 *в*. Конденсаторы C_{19} и C_{20} также электролитические, но на рабочее напряжение не менее 350 *в*. Емкость электролитических конденсаторов может быть значительно увеличена, что будет способствовать улучшению работы радиоприемника. Емкость конденсаторов C_4, C_6, C_7, C_{15} указана наименьшая и может быть значительно увеличена.

Желательно, чтобы конденсаторы C_5, C_{11}, C_{14}, C_{16} и C_{18} были слюдяными. Изменение их величин допустимо в пределах 20%. Емкость антенного конденсатора C_1 может изменяться во время налаживания приемника.

---

* Так называются переменные конденсаторы малого размера, емкость которых можно изменять в небольших пределах.

Дроссели высокой частоты $Др_1$ и $Др_2$ могут быть любого типа.

Конденсаторы переменной емкости C_3 и C_9 составляют единое конструктивное целое — их подвижные пластины вращаются на общей оси и представляют собой блок переменных конденсаторов. Приобретая блок, стремитесь купить его со шкалой, что облегчит работу по изготовлению приемника. В описываемом приемнике использован блок переменных конденсаторов с круглой шкалой.

Подстроечные конденсаторы C_2 и C_8 колебательных контуров можно взять любого типа.

Подбору динамика и выходного трансформатора нужно уделить особое внимание. Для приемника требуется динамик с постоянным магнитом мощностью 2—3 *вт*. Пригодны динамики с выходными трансформаторами от радиоприемников, в выходных ступенях которых работает лампа 6Ф6 (см. приложение 2). В случае использования в приемнике динамика с подмагничиванием его катушку подмагничивания надо включить либо параллельно конденсатору C_{20} (если она высокоомная), либо вместо дросселя сглаживающего фильтра $Др_3$.

Силовой трансформатор на мощность не менее 60—70 *вт*. Пригоден трансформатор типа СТ-70 «Салют» и др. (см. приложение 3). Можно сделать его и самому, учитывая, что поперечное сечение его сердечника должно быть не менее 8—9 *см*². Лампочка $Л_5$ для освещения шкалы настройки на напряжение 6,3 *в*. Предохранитель *Пр* берется на ток 2 *а*.

Экранировка. Под словом «экранировка» имеется в виду ограждение проводников и деталей от взаимной связи через образующиеся вокруг них электрические и магнитные поля. Если не делать экранировки, приемник будет склонен к самовозбуждению, в громкоговорителе может возникнуть свист, вой и значительный фон переменного тока.

Представьте себе, что в проводнике, соединенном с управляющей сеткой лампы $Л_2$, каким-то образом будет наводиться чрезвычайно слабое напряжение от действия проводов сети переменного тока или силового трансформатора. Это напряжение вместе с токами звуковой частоты будет усилено двумя ступенями, и в громкоговорителе будет слышен гул. Если в том же сеточном проводнике лампы $Л_2$, под воздействием на него полей анодных проводников выходной лампы, будет наводиться переменный ток звуковой частоты, то создается «паразитная» обратная связь, которая может привести к самовозбуждению в схеме колебаний низкой частоты.

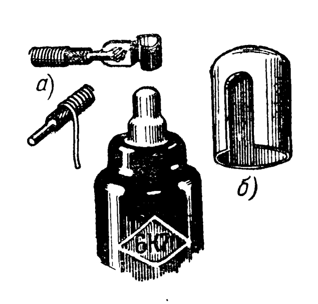
Но еще более неприятная связь может возникнуть между дросселями высокой частоты и сеточными проводниками первых двух ламп. Если здесь не будет надлежащей экранировки, то паразитная связь проявит себя в полной силе.

Поэтому дроссели высокой частоты и проводник, подводимый к управляющей сетке лампы $Л_2$, надо самым тщательным образом экранировать.

Экранировка дросселей осуществляется помещением их в металлические заземленные чехлы-экраны.

Экранировка сеточного проводника осуществляется следующим образом. На кусок монтажного провода в хорошей резиновой или хлорвиниловой изоляции навивается тонкая проволока (фиг. 208,*а*) и конец ее заземляется. Эта оплетка и является экраном. Экранировке подлежат проводники, идущие к управляющей сетке от конденсатора C_{11} и от верхнего гнезда звукоснимателя *Зв*.

Вывод управляющей сетки лампы $Л_2$ экранируется с помощью жестяного или латунного колпачка (фиг. 208,*б*). Этот колпачок должен плотно надеваться на верхнюю часть баллона лампы, но не прикасаться к выводу сетки и надетому на нее контакту. Так как баллон лампы покрыт краской, являющейся изолятором, то баллон в месте его соприкосновения с колпачком должен быть зачищен до блеска.



Фиг. 208. Экранировка проводников и вывода управляющей сетки.

Монтаж. Монтажная схема приемника показана на фиг. 209. Она поможет читателю расположить детали на шасси и смонтировать приемник. Желательно, чтобы верхняя горизонтальная панель шасси была металлической. Боковые стенки могут быть деревянными толщиной 8—10 *мм*.

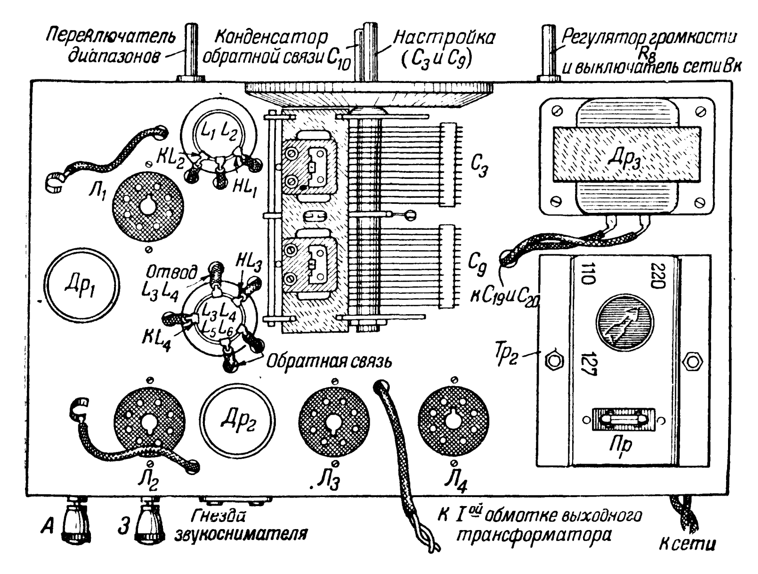
Можно использовать подходящее шасси от радиоприемника заводского изготовления. Такие шасси иногда продаются в радиомагазинах.

Сначала на шасси крепятся ламповые панельки, силовой трансформатор, электролитические конденсаторы, блок переменных конденсаторов; затем переключатель диапазонов, переменное сопротивление, гнезда антенны и заземления, гнезда звукоснимателя, дроссели высокой частоты.

Катушки колебательных контуров и полупеременные подстроечные конденсаторы крепятся в последнюю очередь.

Описываемый радиоприемник представляет собою довольно сложную конструкцию, поэтому к его монтажу надо отнестись со всей серьезностью.

Рекомендуем вычертить схему на большом листе, повесить или положить ее перед собой. Монтируя радиоприемник, будем помечать на схеме выполненные узлы какими-либо условными знаками, например обводить кружочками. Это будет способствовать плановости в работе и поможет избежать недоделок.



Фиг. 209. Расположение деталей трехлампового приемника на шасси.

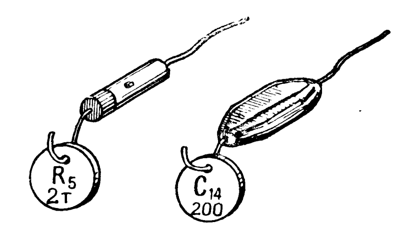
В первую очередь надо выполнять соединения, которые заведомо не придется изменять. К ним относятся: цепь накала, заземление корпусов ламп, соединение защитных сеток первых двух ламп с их катодами, заземление сердечников трансформаторов, металлического основания переключателя, подвижных пластин конденсаторов переменной емкости и корпуса переменного сопротивления.

Дальше монтируют выпрямитель, выходную и детекторную ступени и заканчивают монтажом ступени усиления высокой частоты. Важно не разбрасываться в работе. Приступать к монтажу следующей ступени следует только после того, как закончен монтаж предыдущей.

Во время монтажа надо принимать все меры к тому, чтобы сеточные и анодные цепи каждой данной ступени были возможно удалены друг от друга и не проходили параллельно. Иначе между этими цепями может появиться паразитная связь, приводящая к самовозбуждению.

Все соединительные проводники, а особенно проводники сеточных и анодных цепей, должны быть по возможности короткими и итти кратчайшими путями.

Нужно также стремиться к тому, чтобы все детали, относящиеся к данной ламповой панели, были сгруппированы вокруг нее, но в то же время нужно избегать нагромождения деталей.



Фиг. 210. Картонные ярлычки на деталях.

Располагайте детали так, чтобы доступ к каждой из них был свободен. Очень полезно на выводы каждой детали до ее монтажа одеть картонные кружочки (фиг. 210) с указанием ее порядкового номера по схеме. Это помогает лучше ориентироваться в схеме во время налаживания приемника.

Следует также проверять годность всех деталей до того, как они будут замонтированы.

Какие могут быть внесены изменения или дополнения в схему нашего приемника? Их может быть много. Отметим некоторые из них. Можно, например, повысить выходную мощность приемника, заменив лампу 6Ф6 лампой 6Л6 или 6П3 соответственно подобрав динамик и выходной трансформатор.

При использовании этих ламп величина сопротивления R_9 должна быть уменьшена до 180—220 *ом*.

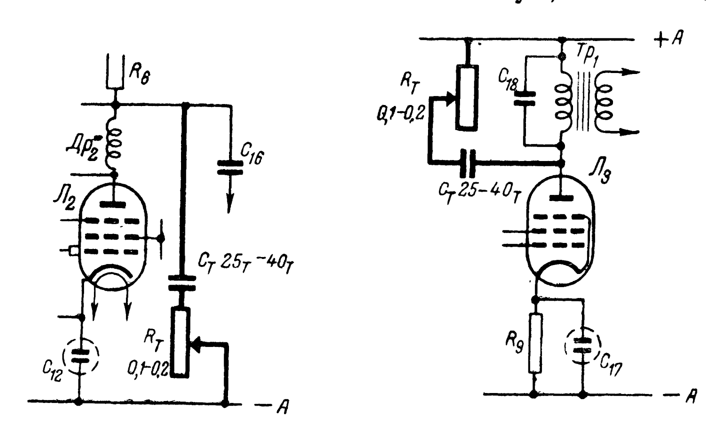
При желании в схему можно ввести регулятор тембра звука, который позволяет по желанию делать воспроизведение передачи более глухим или более резким.

На фиг. 211 приведены две схемы включения регулятора тембра. В обеих схемах регулятор тембра образуется из конденсатора постоянной емкости C_T и переменного сопротивления R_T.

В схеме фиг. 211 слева эти детали включены между анодным сопротивлением детекторной лампы $Л_2$ и минусом приемника, а в схеме фиг. 211 справа — параллельно первичной обмотке выходного трансформатора Регулятор тембра может быть включен также между анодом выходной лампы и мину-

сом. При всех включениях он будет давать примерно одинаковый результат; чем меньшая величина сопротивления R_T будет включена в цепь, тем больше будут срезаться высокие частоты и тем глуше будет работать приемник[1].

По усмотрению радиолюбителей ручка регулятора тембра звука может быть выведена либо на лицевую, либо на заднюю



Фиг. 211. Схемы регулировки тембра звука.

стенку шасси. Во всех случаях регулятор тембра включается после того, как радиоприемник будет испытан и налажен.

Налаживанию радиоприемников посвящается специальная беседа.

Беседа двадцать третья

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ И ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

Громкоговорители преобразуют электрические колебания звуковой частоты в колебания воздуха, воспринимаемые нами как звук.

Звукосниматели служат для воспроизведения граммофонных записей с помощью усилителей низкой частоты и громкоговорителей. Они преобразуют механические колебания своей иглы в колебания электрические, которые затем усиливаются и преобразуются в звук с помощью громкоговорителя.

---

[1] Регулятор тембра может быть использован и в других радиоприемниках.

Если к телефону подвести сильные электрические колебания, то звук получится хотя и громкий, но дребезжащий и искаженный. Телефон и не предназначен для громкой работы. Для этого существуют громкоговорители, приспособленные для воспроизведения сильных электрических колебаний. В большинстве современных громкоговорителей звуковые колебания воздуха создаются большой мембраной конусообразной формы, сделанной из плотной бумаги и называемой диффузором.

Некоторые громкоговорители снабжаются рупорами. Такие громкоговорители используют, главным образом, для передач на площадях, улицах, в парках и на стадионах.

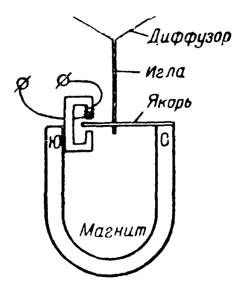
Громкоговорители разделяются на электромагнитные, электродинамические и пьезоэлектрические.

Принцип действия и устройство пьезоэлектрического громкоговорителя не отличается от пьезоэлектрической трубки с той лишь разницей, что у громкоговорителя вместо мембраны используется бумажный диффузор и применен пьезоэлемент большего размера.

Познакомимся с их устройством и действием.

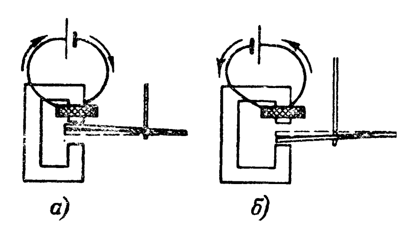
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ

Схематическое устройство механизма электромагнитного громкоговорителя показано на фиг. 212. К одному из полюсов сильного подковообразного магнита прикреплена железная пластинка толщиной в 1,5—2 *мм*. Ее называют якорем. Второй конец якоря направлен в сторону другого полюса магнита, находится в зазоре полюсного наконечника и может колебаться. Полюсный наконечник сделан в виде буквы *С* из трансформаторной стали и имеет катушечку, по которой проходит ток. Свободный конец якоря находится точно в середине щели полюсного наконечника, испытывает одинаковое притяжение к его концам и поэтому находится в равновесии. Равновесие якоря будет до тех пор, пока в катушке нет тока. Как только в катушке появится ток, вокруг нее создается поле, которое, в зависимости от направления

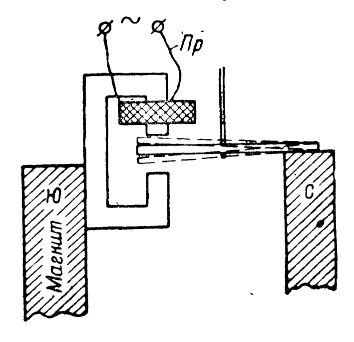


Фиг. 212. Схематическое устройство электромагнитного громкоговорителя.

тока, будет либо усиливать, либо ослаблять притяжение свободного конца якоря. Равновесие якоря при этом нарушается и он притягивается к одному из полюсов наконечника. При одном направлении тока якорь притянется в сторону катушечки (фиг. 213,*а*), а при обратном направлении тока он притянется в сторону другого конца полюсного наконечника (фиг.



Фиг. 213. В зависимости от направления тока в катушке конец якоря отклоняется вверх или вниз.



Фиг. 214. При переменном токе в катушке якорь колеблется.

213,*б*). Отклонение якоря от его положения равновесия будет тем больше, чем больше ток в катушечке. Если через катушечку пропускать переменный ток (фиг. 214), якорь в щели полюсного наконечника будет совершать колебательные движения. За каждый период переменного тока он отклонится сначала в одну, а затем в другую сторону, т. е. каждый период якорь будет делать одно колебание.

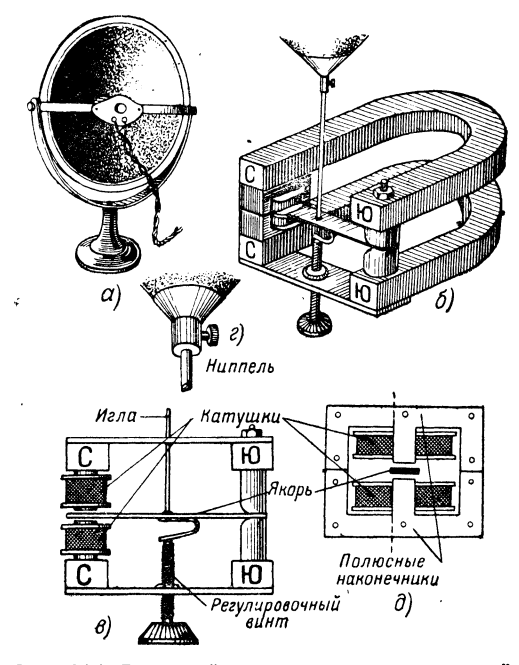
Колеблющийся якорь скреплен через тонкую стальную иглу с вершиной конусообразного бумажного диффузора при помощи так называемого н и п п е л я. Колебания якоря через иглу передаются диффузору, и последний, совершая движения вперед и назад, колеблет значительную массу воздуха и этим создает звук.

На таком принципе устроен громкоговоритель «Рекорд» (фиг. 215), но в нем применены два подковообразных магнита. Оба магнита соединены между собой одноименными полюсами, поэтому их можно рассматривать как один сильный магнит. К одному из полюсов такого магнита прикреплен якорь, а к другому — полюсные наконечники, на которые насажены последовательно соединенные между собой две катушки. Свободный конец якоря находится в зазоре между полюсными наконечниками.

Полюсный наконечник устроен несколько сложнее, чем показанный на предыдущих рисунках, но это суть дела не меняет.

Отрежьте мысленно левую часть наконечника до пунктирной линии, показанной на фиг. 215,*д* и вы получите С-образный полюсный наконечник.

На фиг. 215,*б* и 215,*в* мы видим также иглу с ниппелем для скрепления якоря с диффузором и упирающийся в пружинящую пластинку винт. Этот винт служит для точной установки якоря в положение равновесия, но не является регулятором громкости. Крутить его без надобности не рекомендуется, так как можно повредить стальную пружинку.



Фиг. 215. Внешний вид и внутреннее устройство громкоговорителя типа „Рекорд".

Катушки громкоговорителя имеют примерно по 2 500 витков тонкого медного провода диаметром 0,05—0,08 *мм* в эмалевой изоляции. Сопротивление обеих катушек для постоянного тока составляет около 2 000 *ом*. Это наиболее чувствительные громкоговорители. При потреблении мощности тока звуковой частоты от 0,05 до 0,2 *вт* они работают достаточно громко.

«Рекорд» рассчитан главным образом для работы от радиотрансляционной сети, но его можно применять и в простых сетевых и батарейных приемниках.

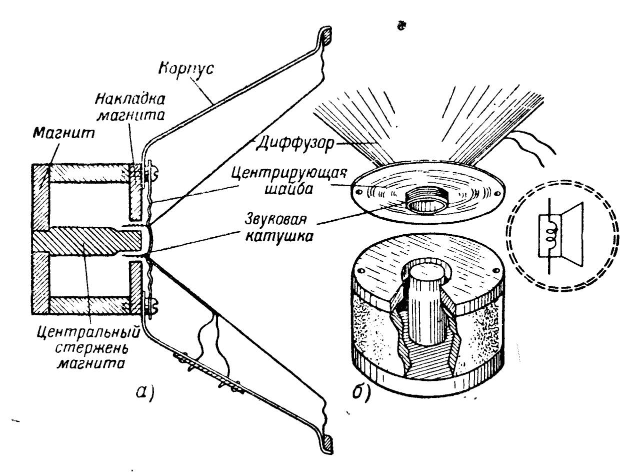
Разговорную речь «Рекорд» воспроизводит достаточно четко, но музыку и пение — хуже. Наиболее низкие частоты (басы) и очень высокие частоты, как, например, звуки скрип-

ки, он передает с некоторыми искажениями. Однако это не мешает ему быть наиболее распространенным громкоговорителем.

Более высокими качествами обладают электродинамические громкоговорители.

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЙ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ

Такие громкоговорители используются в большинстве современных радиоприемников промышленного и любительского изготовления, так как обеспечивают наиболее высококачественное воспроизведение звука. Но это достигается за счет потребления ими значительно большей электроэнергии звуковой частоты по сравнению с громкоговорителями типа «Рекорд».



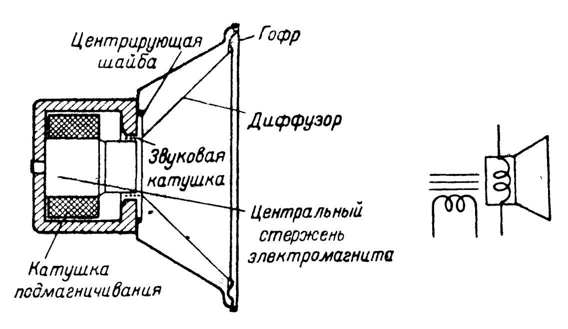
Фиг. 216. Устройство и схематическое обозначение динамика с постоянным магнитом.

Действие динамика основано на взаимодействии поля постоянного магнита с проводником, по которому протекает электрический ток.

Если в магнитное поле поместить проводник с током, то он будет выталкиваться из поля в ту или иную сторону, в зависимости от направления тока.

Основными частями динамика являются сильный магнит (или электромагнит) и звуковая катушка. На фиг. 216 показан динамик с постоянным кольцевым магнитом. Между

одним концом его центрального стержня и накладкой, имеющей круглое отверстие, образуется зазор, в котором и создается сильное магнитное поле. В этом зазоре находится звуковая катушка, намотанная на бумажном кольце, скрепленном с вершиной бумажного диффузора. С помощью гофрированной «центрирующей» шайбы, прикрепленной в стыке вершины диффузора с звуковой катушкой, последняя устанавливается в зазоре с таким расчетом, чтобы она могла перемещаться вдоль него, не цепляясь за края зазора. Звуковая катушка



Фиг. 217. Устройство и схематическое обозначение динамика с подмагничиванием.

намотана в 1—2 слоя проводом ПЭ 0,15—0,25 *мм*, выводы от которой сделаны изолированным многожильным проводом. Края диффузора гофрированы и укреплены на металлическом кольце.

Как только в катушке появится ток, она будет выталкиваться из зазора магнитным полем. При одном направлении тока катушка будет выталкиваться наружу магнитной системы (на фиг. 216,*а*, вправо), а при другом направлении — внутрь этой системы (влево на фиг. 216,*а*). При пропускании через катушку переменного тока звуковой частоты катушка с диффузором, следуя всем изменениям тока, колеблется в зазоре.

Диффузор создает колебательные движения частиц воздуха, которые воспринимаются нами, как звук.

Существуют также динамики, у которых магнитное поле создается электромагнитом. В этом случае постоянный магнит отсутствует, а на центральный стержень помещается катушка (фиг. 217), имеющая большее число витков. Когда через такую

катушку проходит постоянный ток, в зазоре создается сильное магнитное поле. Такие динамики называют динамиками с подмагничиванием.

Использование динамиков с подмагничиванием допустимо только в радиоприемниках с питанием от сети, так как на питание катушки подмагничивания затрачивается значительная энергия. У многих динамиков катушка подмагничивания рассчитана на включение ее вместо дросселя сглаживающего фильтра выпрямителя. В этом случае постоянное магнитное поле создает общий анодный ток приемника, проходящий через катушку подмагничивания. Указанное включение катушек подмагничивания допустимо в том случае, если они обладают сопротивлением не более чем 1,5—2 тыс. *ом*. Такие динамики используются в радиоприемниках «Салют», «Урал», ВЭФМ-557, 6Н-1, СВД-9 и в ряде других.

Можно встретить динамики (например, от приемника ЭЧС-4), катушки подмагничивания которых имеют сопротивление около 10 000 *ом*. Такие катушки включать вместо дросселя нельзя, так как на них будет теряться значительная часть выпрямленного напряжения и на анодах усилительных ламп получится слишком малое напряжение. Эти катушки подмагничивания включаются параллельно конденсатору сглаживающего фильтра выпрямителя, до дросселя.

Как было сказано выше, звуковая катушка динамика наматывается сравнительно толстым проводом, состоит из нескольких десятков витков, а поэтому имеет сопротивление 1,5—5 *ом*, редко 10 *ом*. Она рассчитана на работу при малых напряжениях, но при значительном токе. Включать ее непосредственно в анодную цепь выходной лампы приемника или в радиотрансляционную сеть нельзя. Она включается только через понижающий трансформатор. Для динамиков, используемых в радиоприемниках, это будет выходной трансформатор.

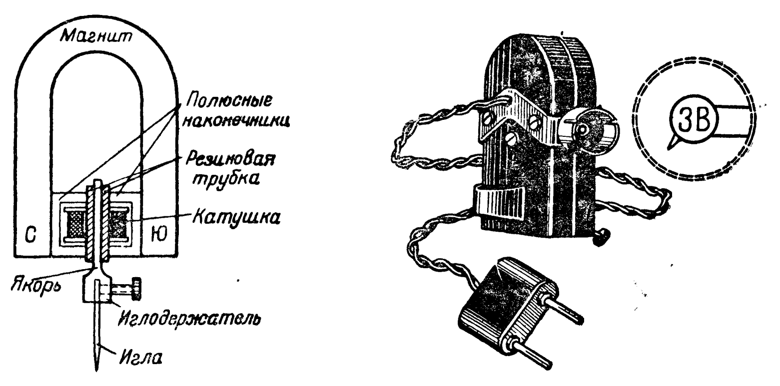
Первичная обмотка трансформаторов трансляционных громкоговорителей рассчитана на напряжение сети 30 *в* и 15 *в*. Переключение на различные напряжения достигается соответствующей перепайкой или переключением ее выводов.

Конструкций динамиков существует очень много, но принцип их работы одинаков.

Таблица наиболее распространенных динамиков приводится в приложении 6 (стр. 344).

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ЗВУКОСНИМАТЕЛЬ

Внутреннее устройство электромагнитного звукоснимателя (фиг. 218) очень похоже на механизм одноименного громкоговорителя. Он состоит из сильного подковообразного постоянного магнита, имеющего полюсные наконечники, направленные навстречу друг другу. Между наконечниками находится катушечка, имеющая большое число витков тонкого провода, а внутри катушки — якорек. Один конец якорька, находящийся в зазоре между полюсными наконечниками, имеет возможность совершать колебательные движения. Другой конец якорька заканчивается иглодержателем, в который зажимается игла. Якорек удерживается в среднем положении эластичными резиновыми прокладками. Если кончик иглы отклонить вправо, конец якоря, находящийся между полюсными наконечниками, при этом отклонится влево. Если же кончик иглы отклонить влево — противоположный конец якорька отклонится вправо.



Фиг. 218. Внутреннее устройство электромагнитного звукоснимателя.

Фиг. 219. Внешний вид и схематическое обозначение электромагнитного звукоснимателя.

При проигрывании граммпластинки кончик иглы следует за всеми извилинами ее звуковой бороздки и колеблет якорек. Каждое изменение положения якорька изменяет состояние магнитного поля, вследствие чего в катушке звукоснимателя индуктируется переменное напряжение тока звуковой частоты порядка десятых долей вольта. Это напряжение с зажимов звукоснимателя через соединительные проводники подается на вход усилителя.

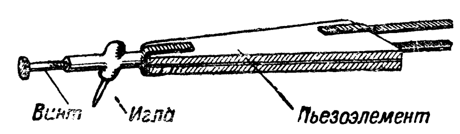
Катушка электромагнитного звукоснимателя наматывается проводом в эмалевой изоляции диаметром 0,05—0,08 *мм* и имеет сопротивление постоянному току около 2 000 *ом*.

Схематическое обозначение и внешний вид электромагнитного звукоснимателя показаны на фиг. 219. Звукосниматель предназначен для проигрывания граммпластинок с помощью граммофонного заводного механизма. Для электропроигрывателей используют звукосниматели со специальными держателями, называемыми т о н а р м а м и (фиг. 221).

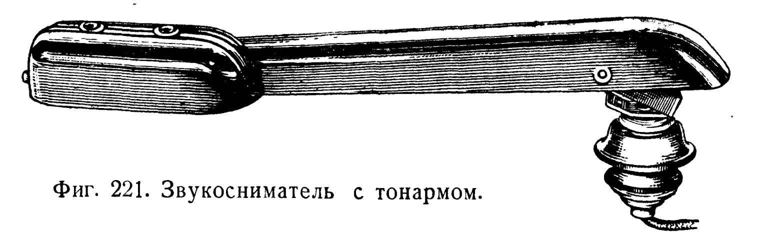
ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗВУКОСНИМАТЕЛЬ

Устройство пьезоэлектрического звукоснимателя показано на фиг. 220.

На одном конце пьезоэлемента трапецеобразной формы укреплен иглодержатель. Другой конец элемента имеет выводы и зажимается неподвижно в корпусе звукоснимателя. При проигрывании граммпластинки игла колеблется и пьезоэлемент вибрирует. Вибрация элемента создает переменное напряжение, частота которого соответствует частоте записанного на пластинке звука. Развиваемое звукоснимателем напряжение (в пределах до 2 *в*) через выводы элемента и соединительные проводники подается на вход усилителя. Пьезоэлектрический звукосниматель обозначают на схемах так же, как электромагнитный.



Фиг. 220. Внутреннее устройство пьезоэлектрического звукоснимателя.


Фиг. 221. Звукосниматель с тонармом.

По своим электрическим данным пьезоэлектрический звукосниматель значительно лучше электромагнитного, но уступает ему в прочности. Поэтому нужно помнить, что пьезоэлектрический звукосниматель требует к себе более бережного обращения.

Беседа двадцать четвертая

ИСПЫТАТЕЛЬ РАДИОПРИЕМНИКА, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Радиолюбители часто испытывают трудности в нахождении неисправностей в радиоприемниках, из-за которых приемники плохо работают или совсем молчат. А между тем причиной их очень часто являемся мы сами: в одном месте недостаточно хорошо сделали пайку, в другом — плохо заизолировали, в третьем — замонтировали непроверенную деталь и т. д.

Вряд ли от такого приемника можно требовать доброкачественной работы. Но так бывает и не только по вине радиолюбителей. Иногда даже совершенно новые детали отказываются нормально работать.

Эти неприятности надо предупреждать, но если они все же появятся, причины их надо уметь быстро находить и устранять.

Нужно уметь «лечить» свой приемник. А для этого, как и при всякой болезни, надо прежде всего правильно определить болезнь.

В таких случаях радиолюбитель становится как бы врачом, в руках которого вместо медицинской трубки — стетоскопа и термометра должны быть испытатели и измерительные приборы.

ИСПЫТАТЕЛЬ РАДИОПРИЕМНИКА

Схема и устройство этого несложного приборчика показаны на фиг. 222 и 223. Его назначение — прослушивать работу приемника в различных его цепях.

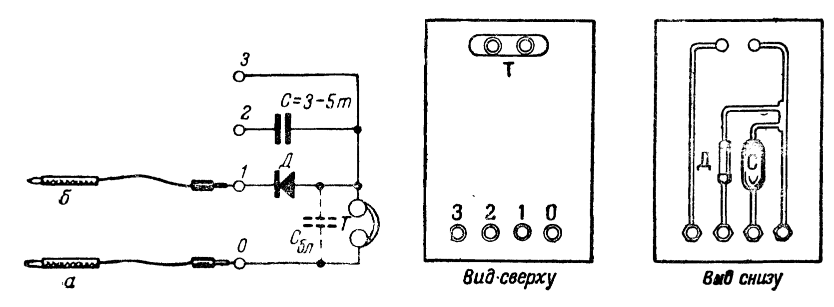
В гнезда *Т* включается телефон. С помощью пробников — щупов *а* и *б* испытатель подключается к цепям радиоприемника.

Щуп *а* включен в гнездо *0* постоянно.

Когда щуп *б* включен в гнездо *1*, телефон подключается к испытуемой цепи через детектор, когда щуп включен в гнездо *2*—через конденсатор и когда щуп *б* включен в гнездо *3*, телефон приключается непосредственно к испытуемой цепи.

Первое включение приборчика предназначено для прослушивания цепей приемника, в которых имеются модулированные колебания высокой частоты. Они будут детектироваться. Получившиеся при этом колебания низкой частоты попадут в телефон.

Второе и третье включения щупа применяются для прослушивания на телефон работы низкочастотных цепей приемника. При включении щупа *б* в гнездо *2* конденсатор, преграждая путь постоянному току, пропускает к телефону низкочастотную составляющую анодного тока. При включении щупа *б* в гнез-



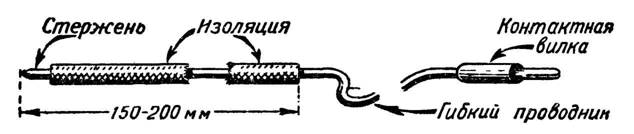
Фиг. 222. Схема испытателя.

Фиг. 223. Монтаж испытателя.

до *3* через телефон протекают как постоянный, так и переменный ток.

При использовании электромагнитного телефона параллельно его гнездам надо вмонтировать блокировочный конденсатор емкостью в 500—200 *мкмкф*, а при пьезоэлектрическом — сопротивление в 30—50 тыс. *ом*.

Конденсатор *С* — слюдяной, емкостью в 3—5 тыс. *мкмкф*, на рабочее напряжение 600—800 *в*. В качестве детектора используется цвитектор или кремниевый детектор типа *ДК*.



Фиг. 224. Устройство щупа.

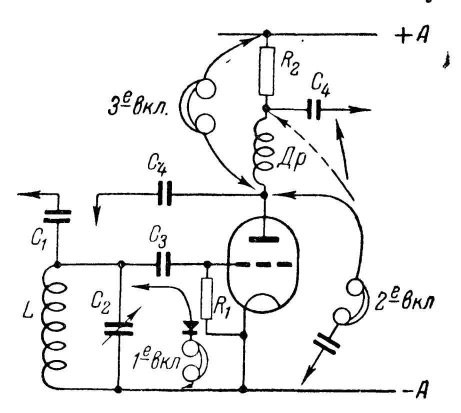
В последнем случае для включения детектора на испытателе нужно смонтировать дополнительные гнезда.

Устройство щупа показано на фиг. 224. Он состоит из медного или латунного стержня диаметром 3—4 *мм* и длиной 150—200 *мм*, один конец которого заострен. К другому концу стержня припаян гибкий (многожильный) изолированный проводник, оканчивающийся ножкой штепсельной вилки, которая

вставляется в гнезда приборчика. Если вместо гнёзд используются зажимы, то вместо штепсельной ножки нужно припаять металлические крючочки или плоские наконечники.

На стержень надевается изолирующая (кембриковая, хлорвиниловая, эбонитовая) трубка. Она должна закрывать весь стержень щупа, включая место спайки с гибким проводником. Из трубки должен выступать только заостренный кончик щупа, которым прикасаются к испытуемой цепи или детали приемника. Если не окажется подходящей трубки, стержень щупа закатывают в бумагу, промазанную клеем, и сушат. Толщина бумажного слоя должна составлять 0,5—0,8 *мм*. Бумажная изоляция по высыхании покрывается лаком или масляной краской.

Для удобства пользования испытателем его можно снабдить небольшим крючком для подвешивания к карману или петлице костюма.



Фиг. 225. Различные включения испытателя.

На фиг. 225 для примера показано как пользоваться испытателем при проверке детекторной ступени приемника. Чтобы определить, работает ли колебательный контур LC_2, вилки испытателя включаются в гнезда *0-1* и щупами прикасаются к выводам конденсатора этого контура. Для проверки работы лампы вилки вставляются в гнезда *0-2*, один щуп присоединяется к минусу, а другой либо к аноду лампы, либо к нижнему концу анодного сопротивления R_2, либо к правой обкладке разделительного конденсатора C_4. Если лампа работает нормально, при любом из этих включений в телефоне будет слышна передача. Но если окажется, например, обрыв в дросселе, то лампа работать не будет. Это подтвердит 3-е включение испытателя, при котором передача должна быть слышна.

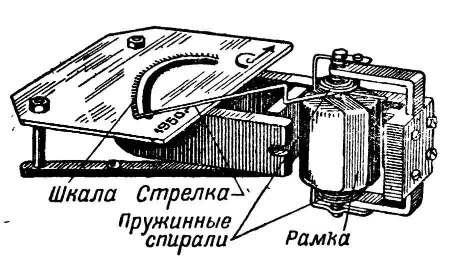
Этот простой приборчик может оказать радиолюбителям большую услугу при испытании и налаживании любого радиоприемника.

Переходим к электроизмерительным приборам.

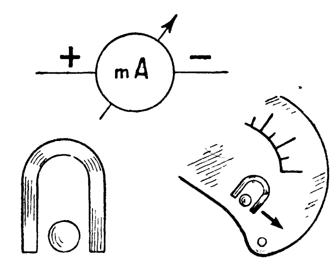
ОБ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ

Нам известно, что ток измеряют амперметрами или миллиамперметрами или микроамперметрами; напряжение — вольтметрами, а сопротивления — омметрами.

Несмотря на различие в наименованиях, все эти приборы работают принципиально одинаково; отклонение стрелки большинства приборов показывает, что через них течет ток. Чем больше ток, тем большее отклонение дает стрелка прибора. Шкала его градуируется (размечается) соответственно в амперах, миллиамперах, вольтах, омах и т. п.



Фиг. 226. Механизм магнитоэлектрического прибора.



Фиг. 227. Условное изображение прибора на схеме и знак прибора магнитоэлектрического типа.

Все электроизмерительные приборы принято характеризовать по их чувствительности.

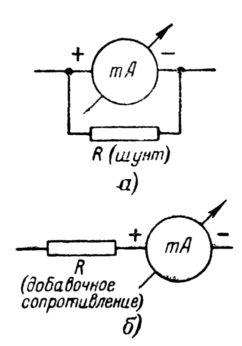
Чувствительность прибора оценивается числом ампер, миллиампер или микроампер, при котором его стрелка отклоняется на всю шкалу.

Когда, например, говорят: «Чувствительность прибора 1 *ма*», — это значит, что стрелка этого прибора отклоняется до последнего деления, когда через него проходит ток в 1 *ма*. Такой прибор можно включать только в цепь, ток в которой не превышает 1 *ма*. От тока большой силы прибор может повредиться. Если через прибор будет проходить меньший ток, чем чувствительность прибора (например, 0,5 *ма* для нашего примера), то его стрелка отклонится только на половину шкалы. При еще меньшем токе прибор даст еще меньшее показание.

В некоторых случаях чувствительность прибора указывается на одно деление шкалы. В таких случаях полное отклонение стрелки получится при токе, равном произведению чувствительности прибора на одно деление на число делений шкалы.

В цепях радиоприемника протекают токи, исчисляемые в большинстве случаев миллиамперами, поэтому приборы, которые нам будут необходимы, должны потреблять токи не более 1—2 *ма*. Этим требованиям отвечают приборы миллиамперметра магнитоэлектрического типа. Приборы электромагнитного типа для нас непригодны.

Магнитоэлектрический прибор (фиг. 226) содержит сильный магнит, между полюсами которого помещена катушечка из проволоки, намотанная на рамку. Рамка укреплена на оси, вокруг которой она может поворачиваться, и удерживается в «нулевом» положении спиральными пружинками. Стрелка прибора скреплена с осью рамки. Катушку прибора иногда называют просто рамкой.



Фиг. 228. Включение шунтов и добавочных сопротивлений в приборах.

Магнитоэлектрический прибор работает следующим образом. Когда через катушку течет ток, вокруг нее образуется магнитное поле, которое вступает во взаимодействие с полем постоянного магнита. В результате этого катушка, а вместе с ней рамка и стрелка, поворачиваются тем больше, чем больше идет ток через катушку. При повороте рамки спиральные пружинки закручиваются. Как только ток в катушке прекратится, пружинки возвращают рамку и вместе с ней стрелку в «нулевое» положение.

Условное обозначение прибора — миллиамперметра — показано на фиг. 227. На этой же фигуре показан знак, которым схематически обозначают прибор магнитоэлектрического типа. Рядом с таким знаком обычно ставят стрелку указывающую то положение прибора, в котором он должен находиться при измерениях. Вертикальная стрелка указывает, что данный прибор должен работать в вертикальном положении, а горизонтальная стрелка — на горизонтальное рабочее положение прибора. Если не придерживаться этих указаний, то прибор не будет давать точных показаний.

Приборы магнитоэлектрического типа часто используют для амперметров. В этом случае параллельно рамке прибора присоединяют шунтирующее сопротивление — ш у н т (фиг. 228,*а*). Его величину подбирают с таким расчетом, чтобы основной ток шел через шунт и только часть этого тока

через прибор. Шкала прибора при этом градуируется в амперах. Если из такого амперметра убрать шунт, прибор станет более чувствительным.

При использовании магнитоэлектрического прибора в вольтметрах последовательно с его рамкой включают добавочное сопротивление (фиг. 228,*б*). Оно ограничивает через рамку ток и этим повышает одновременно сопротивление измерительного прибора.

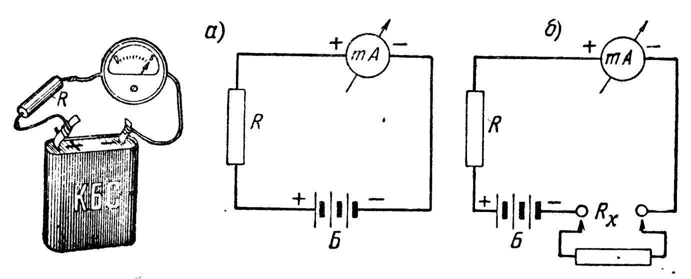
Чтобы превратить вольтметр в миллиамперметр, нужно изъять из него дополнительное сопротивление, а шкалу отградуировать в миллиамперах.

Шунты и добавочные сопротивления могут находиться как внутри корпуса прибора (внутренние), так и снаружи его (внешние).

ОММЕТР

Для изготовления омметра нужен миллиамперметр или микроамперметр, источник постоянного тока (например, батарейка от карманного фонаря) и сопротивление.

Составим из этих деталей замкнутую электрическую цепь (фиг. 229,*а*). Сопротивление подбираем такой величины, чтобы стрелка прибора давала отклонение на всю шкалу. Если известно напряжение источника тока и чувствительность прибора, то величину добавочного сопротивления приближенно можно подсчитать следующим образом.



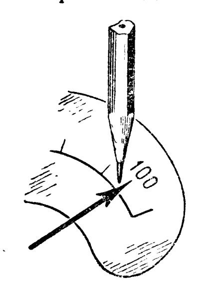
Фиг. 229. Схема омметра.

Допустим, что прибор рассчитан на полное отклонение стрелки при токе $I = 1$ *ма* (0,001 *а*), а напряжение батарейки $U = 4{,}5$ *в*. Тогда величина добавочного сопротивления должна составлять:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4{,}5\,в}{0{,}001\,а} = 4\,500\,ом.$$

При таких данных через прибор потечет ток силой в 1 *ма*, и стрелка прибора установится примерно на последнем делении шкалы.

Более точный подсчет добавочного сопротивления производится с учетом сопротивления всей цепи, включая сопротивление рамки прибора и источника тока. Но так как такой подсчет сложен, а сопротивления рамки прибора и источника тока весьма малы, то обычно в любительских условиях их не учитывают. Окончательная «подгонка» сопротивления производится опытным путем. Если, например, стрелка прибора не дойдет до последнего деления — значит, в цепи ток мал. В этом случае надо или увеличить напряжение источника тока, или уменьшить величину добавочного сопротивления. Целесообразнее будет уменьшить величину добавочного сопротивления. Если же стрелка прибора будет уходить за пределы шкалы, то следует увеличить добавочное сопротивление.



Фиг. 230. Показания прибора отмечаются на шкале.

Когда стрелка прибора будет установлена на последнее деление шкалы, следует разорвать цепь, а образовавшиеся при этом концы проводников снабдить зажимами (фиг. 229,*б*). Теперь к этим зажимам надо присоединить известное нам сопротивление, например, в 100 *ом*. Сопротивление вновь получившейся замкнутой цепи будет больше, чем в схеме 229,*а*, на величину включенного в цепь сопротивления. Ток в цепи будет соответственно меньше и стрелка прибора не отклонится до конца шкалы.

Это положение стрелки можно отметить на шкале и записать, что оно соответствует сопротивлению в 100 *ом* (фиг. 230).

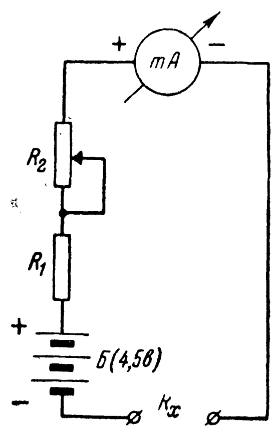
Если теперь к зажимам присоединить сопротивление в 200 *ом*, стрелка прибора отклонится еще меньше. Это положение стрелки надо считать соответствующим сопротивлению в 200 *ом*. Далее, можно присоединить поочередно сопротивления величиной в 500, 1 000, 2 000 и т. д. *ом* и отмечать получившиеся при этом положения стрелки.

Таким образом, шкалу миллиамперметра можно отградуировать в омах. Получится омметр.

Если зажимы R_x соединить между собой накоротко, стрелка прибора установится на последнем делении. Это положение соответствует «нулю» омметра, а «нуль» бывшего мил-

лиамперметра будет соответствовать очень большому сопротивлению между зажимами R_x. Теперь сопротивление неизвестной величины можно присоединить к зажимам R_x, и стрелка прибора покажет его величину по отградуированной шкале.

Показания омметра будут справедливы до тех пор, пока напряжение батарейки будет оставаться таким же, при котором производилась его градуировка. С уменьшением напряжения батарейки, по мере ее разряда, стрелка прибора не будет устанавливаться на «нуль», и омметр будет давать неточные показания.



Фиг. 231. Практическая схема омметра.

Этот недостаток устранен в омметре, схема которого показана на фиг. 231. Здесь последовательно с добавочным сопротивлением R_1 включено переменное сопротивление R_2, в задачу которого входит поддержание постоянства тока в цепи при установке омметра на «нуль». При свежезаряженной батарейке, когда ее напряжение равно 4,5 *в*, в цепь вводится наибольшая величина сопротивления R_2. По мере разряда батарейки величину R_2 уменьшают. Таким образом, уменьшая сопротивление цепи с уменьшением напряжения батарейки, имеется возможность добиваться требуемой силы тока для установки омметра на «нуль».

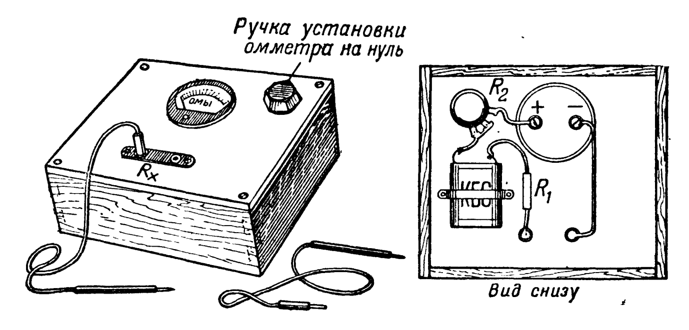
Это переменное сопротивление обычно называют сопротивлением для установки омметра на *«нуль»*, и его величина должна составлять $^1/_{10}$—$^1/_8$ часть от величины добавочного сопротивления.

Если, например, общее добавочное сопротивление по расчету должно быть в 4 500 *ом*, то переменное сопротивление R_2 надо взять в 500—600 *ом*, а сопротивление R_1 — 4 000—3 900 *ом*. При этом надобность в точной подгонке величины сопротивления R_1 отпадает.

На фиг. 232 показано устройство омметра, который выполнен по схеме фиг. 231. В нем использованы: миллиамперметр со шкалой на 1 *ма*, сопротивление $R_1 = 4\,000$ *ом*, переменное сопротивление R_2=500 *ом* и батарейка от карманного фонаря напряжением 4,5 *в*.

Омметр смонтирован на гетинаксовой панельке, которая одновременно служит крышкой ящичка.

Измерения производятся с помощью вышеописанных щупов, которые вставляются в гнезда R_x. Перед измерением

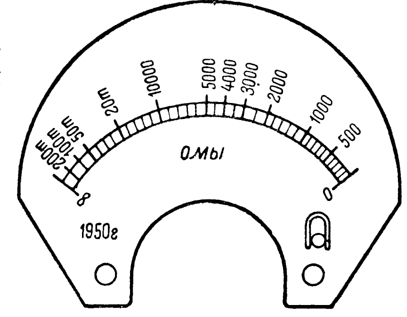


Фиг. 232. Внешний вид и монтаж омметра.

заостренные концы щупов соединяются накоротко, и прибор устанавливается на «нуль» переменным сопротивлением R_2. Градуировка шкалы омметра производится, как было указано выше, по заведомо известным сопротивлениям, а еще лучше с помощью магазина сопротивлений.

При указанной чувствительности прибора и напряжении батарейки можно с достаточной точностью измерять сопротивления в пределах от нескольких сотен ом до 0,1—0,2 *мгом.*

На фиг. 233 показан образец проградуированной шкалы.



Фиг. 233. Шкала омметра.

Если имеется прибор магнитоэлектрического типа неизвестной чувствительности, то величину добавочного сопротивления подбирают опытным путем. Для этого прежде всего из прибора надо удалить шунт или добавочное сопротивление. Составив электрическую цепь по схеме фиг. 229,*а* подбором добавочного сопротивления, надо добиваться полного отклонения стрелки. При этом малое отклонение стрелки укажет на необходимость уменьшения, а отклонение стрелки за пределы шкалы — на необходимость

увеличения добавочного сопротивления. Установив таким образом стрелку прибора на последнее деление шкалы, узнаем нужную величину, добавочного сопротивления для данного прибора. Если теперь напряжение источника тока разделить на величину подобранного сопротивления, то мы приблизительно узнаем чувствительность прибора.

Например, если полное отклонение стрелки на всю шкалу получилось при напряжении батарейки в 4,5 *в* и при добавочном сопротивлении в 15 тыс. *ом*, следовательно, чувствительность прибора будет:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4{,}5\,в}{15\,000\,ом} = 0{,}0003\,а \quad \text{или} \quad 300\,мка.$$

ПРИМЕНЕНИЕ ОММЕТРА

Омметр является, пожалуй, наиболее необходимым прибором для радиолюбителя. С его помощью можно не только определять величину сопротивлений, но и давать оценку качества многих деталей.

Омметром, например, можно проверить, нет ли обрыва в катушках, в громкоговорителе, телефоне, трансформаторе, выяснить не замыкаются ли между собой обмотки трансформатора.

С помощью омметра можно определить выводы обмоток трансформатора, а по величине сопротивления обмоток судить об их назначении.

С его помощью можно проверить, нет ли обрыва нити накала лампы, не соединяются ли между собой электроды лампы.

Замыкания в монтаже и между обкладками конденсатора, прочность контактных соединений также можно определять омметром.

Запомните, как ведет себя омметр при испытании конденсатора. Если прикоснуться щупами омметра до конденсатора емкостью более 0,5 *мкф*, стрелка омметра даст небольшое мгновенное отклонение и сейчас же возвращается в положение бесконечно большого сопротивления. Это отклонение показывает наличие в цепи тока заряда конденсатора. Толчок стрелки будет тем больше, чем больше емкость конденсатора.

При испытании конденсаторов малой емкости этого толчка не будет, так как их зарядный ток мал.

Если омметр при испытании конденсатора даст полное отклонение стрелки — значит конденсатор пробит; если же омметр после отклонения стрелки от тока заряда покажет сопротивление, — значит конденсатор имеет утечку. Разумеется, что такой конденсатор монтировать в приемник нельзя.

ВОЛЬТМЕТР ПОСТОЯННОГО ТОКА

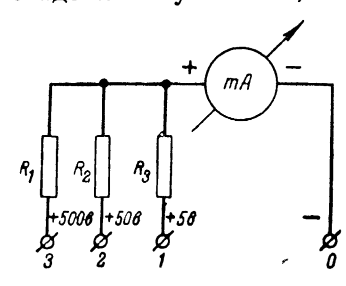
Кроме омметра, в хозяйстве радиолюбителя желательно иметь вольтметр. С помощью вольтметра измеряются постоянные напряжения в различных цепях радиоприемника, чтобы установить нормальные режимы работы ламп. Для этой цели пригодны вольтметры, имеющие достаточно большое внутреннее (добавочное) сопротивление, так называемые высокоомные вольтметры.

По числу ом на 1 *в* (пишут *ом/в*) дается оценка вольтметру, используемому для измерений в радиоаппаратах. Так, например, если сопротивление вольтметра, включая его добавочное сопротивление, равно 5 000 *ом*, а его шкала проградуирована для измерения напряжений до 5 *в*, тогда на 1 *в* измеряемого напряжения будет приходиться 1 тыс. *ом*. Качество вольтметра будет тем выше, чем больше эта величина. Для измерения напряжений на электродах ламп пригодны вольтметры, обладающие сопротивлением не менее чем 1 000—500 *ом/в*.

Вольтметры с меньшим сопротивлением потребляют относительно значительный ток, в то время как в анодных цепях и цепях экранирующих сеток протекают слабые токи. Такие вольтметры, «забирая» на себя большой ток, создают излишние падения напряжения на сопротивлениях. Из-за этого показания вольтметра значительно отличаются от действительных величин напряжений. Наибольшие погрешности в показаниях вольтметра с небольшим сопротивлением будут в тех цепях, где имеются большие величины сопротивлений и малый ток, например, в анодных цепях и цепях экранирующих сеток ламп 6Ж7 и 2Ж2М.

В радиоприемниках приходится измерять напряжения от нескольких вольт до нескольких сотен вольт. Поэтому вольтметр с одним пределом измерения или, как говорят, с одной шкалой, неудобен. Вольтметром со шкалой в 500 *в* нельзя измерять напряжения в 1,5—3 *в*, так как отклонение стрелки получится незаметным; вольтметром же со шкалой в 5 *в* нельзя измерять более высокие напряжения. Нам нужен вольтметр, имеющий несколько пределов измерений — несколько шкал.

Схема такого многошкального вольтметра показана на фиг. 234. Наличие трех добавочных сопротивлений R_1, R_2 и R_3 свидетельствует о том, что вольтметр имеет три предела измерений и в частности: 1-й предел от 0 до 5 *в* (при этом он включается зажимами *0* и *1*); 2-й предел — от 0 до 50 *в* (включается зажимами *0* и *2*) и 3-й предел — от 0 до 500 *в* (включается зажимами *0* и *3*).



Фиг. 234. Схема вольтметра на три предела измерений.

Это наиболее удобные пределы измерений, позволяющие измерить с достаточной точностью любые напряжения, которые могут встретиться в практике любителя.

Величины добавочных сопротивлений легко подсчитать по известной нам формуле:

$$R = \frac{U}{I},$$

где U — напряжение, на которое рассчитывается шкала прибора, I — ток в амперах, при котором получается полное отклонение стрелки.

Сопротивление рамки прибора, как и при подсчете сопротивления для омметра, не учитывается.

Если мы имеем прибор на ток в 1 *ма* и хотим сделать из него вольтметр на три предела измерений: 0—5 *в*, 0—50 *в*, 0—500 *в*, то сопротивление R_3 (фиг. 234) должно иметь величину:

$$R_3 = \frac{U}{I} = \frac{5\ в}{0{,}001\ а} = 5\,000\ ом.$$

Подобным же образом можно вычислить, что:
$R_2 = 50$ тыс. *ом* и $R_1 = 0{,}5$ *мгом.*

Если будет использован прибор на ток 500 *мка* (0,0005 *а*), то для тех же пределов измерений добавочные сопротивления должны иметь величины: $R_3 = 10$ тыс. *ом*; $R_2 = 0{,}1$ *мгом* и $R_1 = 1$ *мгом.*

Очевидно, что при любом пределе измерений вольтметр с прибором на 1 *ма* будет иметь сопротивление 1 000 *ом/в* и во втором случае 2 000 *ом/в*. Сопротивление второго вольтметра в два раза выше, чем сопротивление первого.

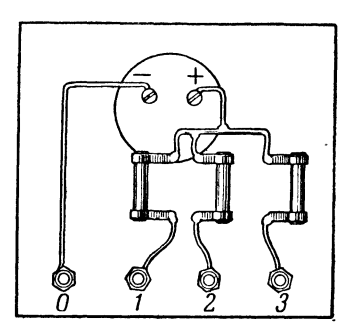
Второй, более чувствительный прибор будет давать более точные показания напряжений цепей приемника.

Монтаж вольтметра показан на фиг. 235. Он проще монтажа омметра.

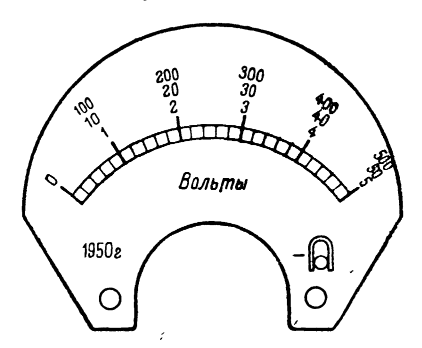
Подключение вольтметра к измеряемым цепям производится с помощью известных нам щупов.

В качестве добавочных сопротивлений используются сопротивления типа СС.

Токопроводящий слой сопротивлений типа СС распределен по поверхности фарфорового цилиндра. Аккуратно смыв спиртом слой лака, покрывающий токопроводящий слой сопротивления СС, передвижением латунного хомутика можно изменять его величину сопротивления. Это удобно использовать



Фиг. 235. Монтаж вольтметра (вид снизу).



Фиг. 236. Образец шкалы вольтметра на три предела измерений.

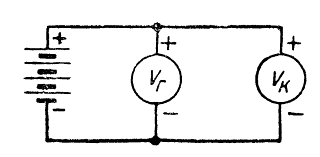
для точной подгонки величины сопротивления по шкале при окончательной градуировке вольтметра.

В вольтметре можно использовать заводскую шкалу прибора или вычертить новую по фиг. 236. Вся шкала разбивается на 5 равных частей, которые будут соответствовать единицам, десяткам или сотням вольт. Для более точных отсчетов, каждая пятая часть шкалы делится еще на 5 или 10 равных частей. Размер новой шкалы не должен превышать размера прежней шкалы прибора. При отсчете напряжений в пределах 0—5 *в* надо пользоваться нижним рядом цифр, в пределах 0—50 *в* — средним рядом и в пределах 0—500 *в* — верхним рядом цифр.

Градуировка вольтметра производится после того, как он полностью смонтирован и наклеена шкала. Для этого нужно иметь источники напряжений и э т а л о н н ы й или контрольный вольтметр, который дает правильные показания напряжений.

В качестве источников небольших напряжений можно использовать гальванические элементы, батареи, а большие напряжения можно получить от выпрямителя или последовательно соединенных анодных батарей.

Градуировка производится следующим образом: вольтметр $V_г$, который надо проградуировать (фиг. 237) и контрольный вольтметр $V_к$ соединяются между собой параллельно (зажимы + и зажимы — вместе). Устанавливаются одинаковые пределы измерений. Затем к вольтметрам присоединяется источник напряжений, близкий к данному пределу измерений, например, 4,5 *в* для 5-вольтовой шкалы. Если при этом стрелки обоих вольтметров будут уходить влево, надо поменять местами полюса источника напряжения. Если же стрелка одного прибора пойдет влево, а другого вправо — поменять местами зажимы первого прибора. После этого сличаем показания вольтметров. Если добавочное сопротивление самодельного вольтметра было подобрано правильно, в их показаниях расхождения не будет.



Фиг. 237. Схема для градуировки вольтметра.

Изменением величины добавочного сопротивления путем передвижения латунного хомутика добиваемся, чтобы показание самодельного вольтметра совпадали с контрольным вольтметром. Если, например, контрольный прибор показывает 4,5 *в*, а самодельный — 4,1 *в*, величину добавочного сопротивления надо уменьшить (хомутик сдвигается к середине сопротивления). Если же показания градуированного вольтметра превышают показание контрольного, сопротивление надо увеличить (хомутик сдвигается ближе к концу сопротивления). Не исключена возможность, что величина добавочного сопротивления окажется мала, тогда его надо заменить другим или включить последовательно с ним еще одно сопротивление. Короче говоря, изменением величины добавочного сопротивления надо добиться одинаковых показаний вольтметров.

Шкала вольтметра постоянного тока бывает равномерной, поэтому производить градуировку по всей шкале необязательно. Проверить это можно присоединением других напряжений и сверкой показаний вольтметров.

Точно так же градуируется шкала на другие пределы измерений. Для градуировки 500-вольтовой шкалы совершен-

но необязательно присоединять напряжение, близкое к этому пределу. Достаточно будет подогнать добавочное сопротивление при напряжении в 250—300 *в* и затем сверить показания вольтметров при другом, более низком напряжении.

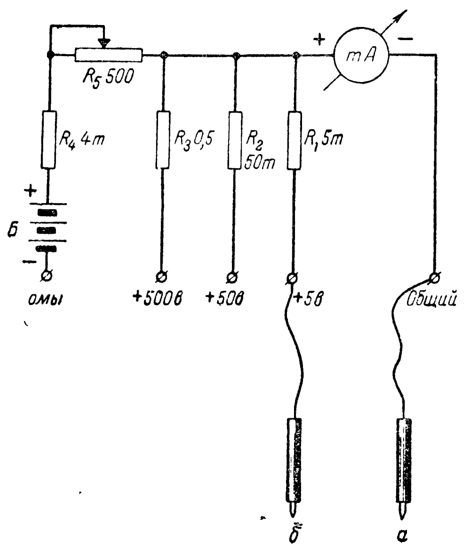
На этом заканчивается градуировка вольтметра.

Чтобы избежать опасности попадания под высокое напряжение во время градуировки шкалы, изменять величину добавочных сопротивлений следует при выключенном источнике напряжения.

Наши читатели, наверное, заметили, что в вольтметре и омметре используются одинаковые приборы. Невольно напрашивается вопрос; нельзя ли омметр и вольтметр объединить в одном приборе? Можно!

ВОЛЬТ-ОММЕТР

Принципиальная схема такого прибора показана на фиг. 238. Здесь батарейка *Б*, добавочное сопротивление R_4 и сопротивление R_5 для установки стрелки на «нуль» относятся к схеме омметра, а сопротивления R_3, R_2 и R_1—к вольтметру. Получилась комбинированная схема, в которой один прибор при различных включениях используется либо как вольтметр, либо как омметр.



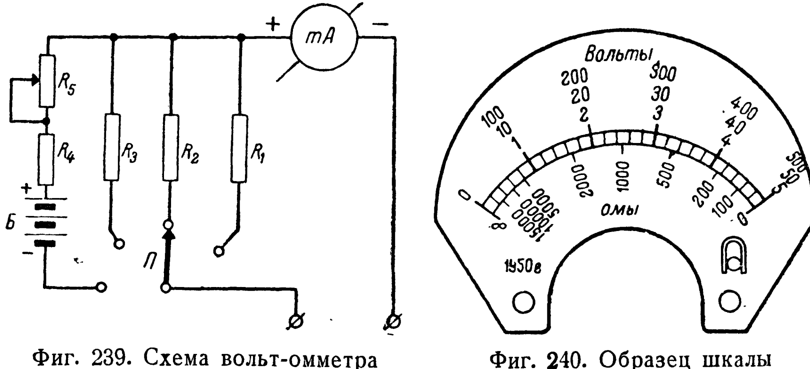
Фиг. 238. Схема вольт-омметра.

Такие приборы называют **вольт-омметрами**.

Его изготовление и градуировка ничем не отличается от вышеуказанных вольтметра и омметра. Надо только выбрать подходящий прибор, подсчитать и подобрать сопротивления, продумать конструкцию в соответствии с рекомендуемым положением прибора (вертикальную или горизонтальную) и смонтировать его.

Гнезда для переключений прибора можно заменить надежным переключателем на нужное число положений (фиг. 239).

Если у радиолюбителей окажется прибор с хорошей заводской шкалой не на 5, а, например, на 3 или 8 делений, ее целесообразнее сохранить. В этом случае надо изменить пре-



Фиг. 239. Схема вольт-омметра с переключателем.

Фиг. 240. Образец шкалы вольт-омметра.

делы измерений вольтметра, а градуированную шкалу омметра вычертить отдельно и укрепить на стенке вольт-омметра.

Проводники пробников-щупов желательно сделать разноцветными, например черным и красным. Первый будет всегда общим (минус прибора) для любых измерений, а второй переключающимся (плюс прибора).

Беседа двадцать пятая

ИСПЫТАНИЕ И НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКА

Смонтировав приемник даже строго по принципиальной схеме, еще нельзя сказать, что он готов. Он будет готов только по окончании его испытания и налаживания.

Первое включение и налаживание радиоприемника — это один из наиболее ответственных и в то же время интересных моментов в конструкторской деятельности радиолюбителя. Если радиолюбитель хорошо представляет, как работает каждая деталь, каждая ступень и приемник в целом, он успешно справится с налаживанием.

Испытание и налаживание приемника должны производиться в определенной последовательности.

После того как приемник смонтирован, рекомендуем как следует встряхнуть его два-три раза. Пусть лучше в это время отлетят плохо припаянные или укрепленные детали и проводники, нежели искать плохие соединения после налаживания.

Затем путем «прогулок» по цепям приемника монтаж тщательно сверяется со схемой.

Наиболее правильным является налаживание приемника по частям, начиная с питающего устройства и выходной ступени. После этого налаживается вся низкочастотная часть приемника и детекторная ступень. Наконец, испытывается ступень усиления высокой частоты. Только по окончании налаживания производится окончательная «шлифовка» приемника и монтаж его в ящике.

Для примера расскажем о налаживании трехлампового приемника, схема которого была приведена на фиг. 207.

ПИТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО И ВЫХОДНАЯ СТУПЕНЬ

При включении силового трансформатора сигнальная лампочка должна загореться полным накалом. Если за 5—8 минут трансформатор не нагреется, а предохранитель не перегорит, можно вставить на свое место выходную лампу $Л_3$, а затем кенотрон $Л_4$. Но до вставления ламп надо проверить наличие напряжения на гнездах накала ламповых панелей. Для этого лампочку, подобную сигнальной, на напряжение 6,3 *в* с помощью проводников присоединяют поочередно к гнездам 2 и 7 всех панелей. Она должна гореть полным накалом. При присоединении к накальным гнездам кенотрона она будет гореть слабее (меньшее напряжение, чем у приемно-усилительных ламп).

Перегорание предохранителя или нагрев трансформатора во время испытания свидетельствуют, что в цепях обмоток трансформатора имеется замыкание. Если в монтаже ошибок нет, а новый предохранитель перегорает даже при отпаянных проводниках, идущих от трансформатора к монтажу, значит неисправность кроется внутри самого трансформатора.

При отсутствии указанных неполадок после прогрева выходной и выпрямительной ламп через 40—50 сек. в динамике услышим слабый гул или шипение.

С помощью вольтметра можно измерить напряжение выпрямленного тока. В зависимости от используемого трансформатора это напряжение может быть в пределах от 230 до 300 *в*. Оно несколько уменьшится при включении остальных ламп приемника.

Такое напряжение должно быть на экранирующей сетке лампы $Л_3$ и на обкладках конденсатора C_{19} сглаживающего фильтра.

Напряжение на аноде лампы $Л_3$ должно быть на 10—15 *в* меньше чем выпрямленное напряжение (часть напряжения теряется на сопротивлении первичной обмотки выходного трансформатора). На обкладках конденсатора C_{20}, т. е. до дросселя сглаживающего фильтра, напряжение будет на 30—35 *в* меньше, чем на выходе выпрямителя.

Судить о работе выпрямителя можно еще по следующим признакам.

Замкнув накоротко на мгновение обкладки конденсатора фильтра или плюс и минус любых точек приемника (отверткой с деревянной ручкой) услышим резкий щелчок, сопровождающийся искрой.

Установив, что выпрямитель работает, можно вставить на свое место лампу $Л_2$ и приступить к испытанию и налаживанию всей низкочастотной части приемника.

НИЗКОЧАСТОТНАЯ ЧАСТЬ И ДЕТЕКТОР

Как только прогреется лампа $Л_2$, надо дотронуться до ее управляющей сетки или до незаземленного гнезда звукоснимателя. В динамике должен появиться сильный гул, который является первым признаком нормальной работы низкочастотной части приемника.

Качество работы усилителя низкой частоты лучше всего проверять по воспроизведению граммофонной записи с помощью звукоснимателя.

Для этого звукосниматель включают в гнезда *Зв* и проигрывают новую граммпластинку новой иглой. Звукосниматель предварительно нужно проверить хотя бы на телефон. (Используя пьезоэлектрический звукосниматель, параллельно его выводам включают сопротивление в 0,1—0,2 *мгом*, иначе на сетку не будет подаваться напряжение смещения.) Звук должен быть громкий, без искажения. Если при включении звукоснимателя появится свист, надо поменять местами его выводы на гнездах *Зв*. Свист может возникнуть также из-за близости проводников звукоснимателя и проводников анодной цепи выходной лампы. Их надо разносить по возможности дальше друг от друга.

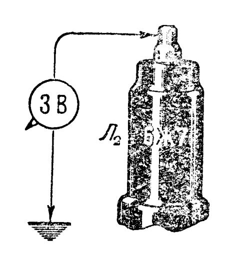
При изменении положения ручки регулятора громкости звук будет изменяться от наименьшей до наибольшей силы.

Нарастание звука должно быть при вращении ручки в направлении движения часовой стрелки.

При обратном изменении силы звука надо поменять местами проводники крайних выводов переменного сопротивления.

Если все произойдет так, как сказано выше, значит эта часть приемника работает хорошо.

Однако не всегда бывает так благополучно. Бывает, что дотрагиваешься до сетки лампы $Л_2$ — гула нет. Думаешь, что регулятор громкости выведен, изменишь его положение, вновь дотронешься до сетки этой лампы, а гула опять нет. Попробуешь дотронуться до сетки выходной лампы — гул есть — значит выходная ступень работает. В таких случаях подозрение прежде всего падает на плохое качество лампы $Л_2$. Надо проверить ее нить накала или заменить лампу другой.



Фиг. 241. Присоединение звукоснимателя непосредственно к управляющей сетке.

Если приемник попрежнему будет молчать, то надо проверить, нет ли соединения между сеточным проводником и корпусом. Такое замыкание может произойти через его экран из-за плохого качества конденсатора C_{11}. Причину неисправности можно установить, сняв колпачок с управляющей сетки лампы $Л_2$ и включив звукосниматель одним выводом на общий минус, а другим к управляющей сетке этой лампы (фиг. 241).

Если и при таком включении усилитель не работает, можно предположить, что сопротивление смещения R_5 имеет слишком большую величину, или существует разрыв в цепи катода. Надо попробовать замкнуть накоротко сопротивление R_5.

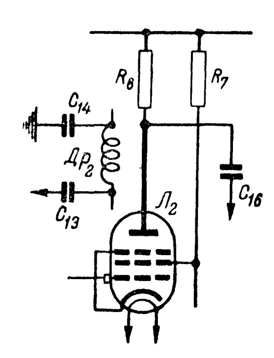
Но и эти подозрения могут не оправдаться. Тогда неполадки надо искать в деталях анодной цепи; в дросселе $Др_2$, в сопротивлении R_6, в конденсаторе C_{14} или в цепи обратной связи. Обмотка дросселя может быть оборвана или один из его выводов соединен через экран на минус; сопротивление R_6 может оказаться перегоревшим, конденсатор C_{14} — пробитым, а цепь обратной связи заземленной. Достаточно быть одному из этих дефектов, чтобы ступень не работала. Эти неисправности легче всего выявить с помощью вольтметра и омметра.

Отсутствие напряжения в анодной цепи свидетельствует о неисправности деталей или наличии замыканий. Пользоваться омметром можно только при выключенном питании приемника. Цепь обратной связи — конденсатор C_{13} и дроссель

высокой частоты $Др_2$ можно временно исключить из схемы, припаяв нагрузочное сопротивление R_6 непосредственно к аноду лампы $Л_2$ (фиг. 242).

Вторую ступень приемника можно проверить и с помощью простейшего лампового испытателя, не исключая вышеуказанных деталей, следующими способами.

Сначала испытатель включают одним щупом к аноду, а другим к общему плюсу (3-е включение см. фиг. 225). Если при этом услышим усиленный звук, то испытатель надо включить между анодом лампы или точкой соединения дросселя с нагрузочным сопротивлением и общим минусом (2-е включение). Если во втором случае в телефоне будет полное молчание, это укажет на обрыв анодной цепи.



Фиг. 242. Цепь обратной связи и дроссель высокой частоты временно из схемы можно исключить.

В том случае, если ни при одном из указанных включений испытателя не будет слышно усиленного звука, значит анодная цепь заземлена через одну из деталей. Убедиться в этом можно, отпаяв от анодного гнезда все проводники, включив телефон между анодом и плюсом, и затем проиграть граммпластинку при включенном звукоснимателе.

После этого находят неполадки и восстанавливают монтаж анодной цепи.

Чтобы убедиться в исправности цепи обратной связи, нужно попробовать ее присоединить, но пока не припаивать.

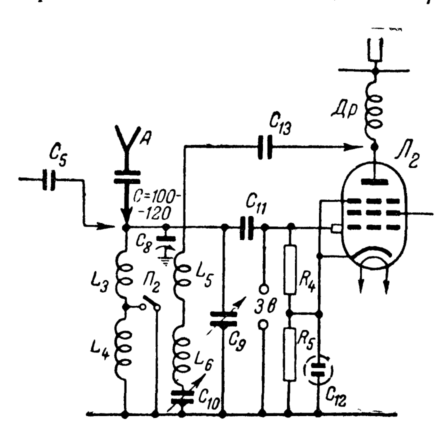
Когда низкочастотная часть будет нормально работать, можно прослушать весь путь звуковой частоты от звукоснимателя до динамика. Для этого один щуп испытателя присоединяется к общему минусу; другим же щупом по схеме второго включения поочередно прикасаемся к узлам низкочастотной части приемника. Прикоснувшись к незаземленному гнезду звукоснимателя, услышим слабую работу звукоснимателя. Этот звук, усиленный в десятки раз, услышим, прикоснувшись к аноду лампы $Л_2$, к нижнему концу сопротивления R_6, к конденсатору C_{16}, к управляющей сетке $Л_3$.

Еще более сильный звук получим в телефоне, если прикоснемся щупом к аноду выходной лампы.

Если же присоединим испытатель параллельно вторичной обмотке выходного трансформатора, то в телефоне будет слы-

шен слабый звук, так как выходной трансформатор является понижающим. Таким включением надо воспользоваться, чтобы проверить, подается ли напряжение на динамик.

Теперь антенну надо присоединить ко второму колебательному контуру через конденсатор емкостью в 100—120 *мкмкф* (фиг. 243). Переходной конденсатор C_5 следует временно отключить; цепь обратной связи пока также не включать.



Фиг. 243. Испытание высокочастотной части детекторной ступени.

Прослушиванием сначала средневолнового, а затем длинноволнового диапазонов устанавливается правильность включения контурных катушек и надежность контактов в переключателе диапазонов. Контур можно исследовать отдельно с помощью испытателя.

Убедившись в исправной работе контура, надо включить цепь обратной связи и отрегулировать ее.

Когда приемник будет нормально работать на обоих диапазонах, нужно, не отключая антенны от контура, восстановить соединение конденсатора C_5. Если при этом не произойдет никаких изменений, можно вставить на свое место лампу $Л_1$, а антенну включить в предназначенное для нее гнездо.

СТУПЕНЬ УСИЛЕНИЯ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Не исключена возможность, что теперь возникнет самовозбуждение приемника, которое не прекратится при вращении конденсатора обратной связи.

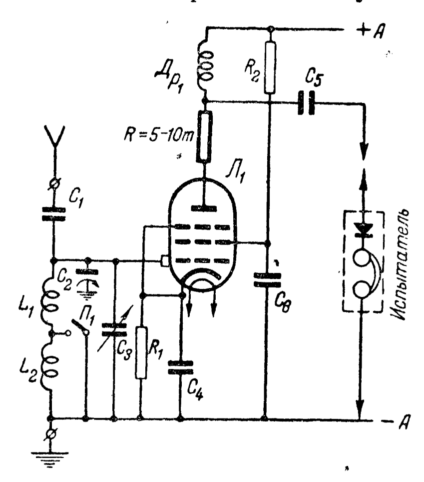
Самовозбуждение можно ликвидировать включением между анодом лампы $Л_1$ и дросселем $Др_1$ сопротивления в 5—10 тыс. *ом* (фиг. 244) или увеличением сопротивления R_2 до 0,15—0,2 *мгом.*

Работа приемника проверяется в обоих диапазонах.

Если возникнут неполадки, ступень усиления высокой частоты можно проверить отдельно. Для этого конденсатор C_5 отключается от второго колебательного контура, а между ми-

нусом и свободным концом конденсатора C_5 включается испытатель. Кроме того, антенный контур можно проверить отдельно, как детекторный приемник.

В этой ступени могут быть такие неполадки: обрыв или замыкание на минус дросселя $Др_1$ (во втором случае должно нагреваться сопротивление R_3); пробой конденсатора C_7 (греется сопротивление R_3); разрыв цепи катода. При любой из этих неисправностей ступень работать не будет.



Фиг. 244. Испытание ступени усиления высокой частоты.

Такие неполадки выявляются с помощью вольтметра и омметра.

Чувствительность и избирательность приемника с двумя колебательными контурами зависит от резонанса этих контуров.

При первом включении приемника должного резонанса контуров обычно не бывает.

Настройку контуров в резонанс лучше всего произвести с помощью градуированного гетеродина, дающего модулированные колебания высокой частоты. Такие приборы имеются на многих станциях юных техников, в домах пионеров, в радиоклубах.

При отсутствии гетеродина подстройку контуров придется делать при приеме радиостанций, которые слышны в данном районе. Но в этом случае под руками надо иметь заводской приемник.

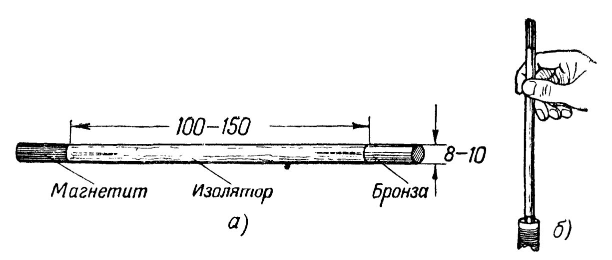
При подгонке резонанса контуров большую услугу окажет испытательная палочка, устройство которой показано на фиг. 245; это эбонитовая или сухая деревянная палочка длиной 100—150 *мм*. С одного ее конца укреплен магнетитовый сердечник, а с другого — кусок красной меди или бронзы. Диаметр ее определяется имеющимся магнетитовым сердечником и обычно равен 8—10 *мм*.

Если палочку вводить внутрь каркаса катушки (фиг. 245,*б*) магнетитовым наконечником, индуктивность катушки увеличивается; при введении же медного наконечника индуктивность

катушки уменьшается. Используя ее свойство, нетрудно определить, в какую сторону надо изменять индуктивность: отматывать или доматывать катушку одного из контуров, чтобы добиться резонанса.

Перед подгонкой резонанса контуров надо сначала определить — охватывает ли детекторный контур желательный диапазон волн. Для этого антенна через конденсатор емкостью не более 25—30 *мкмкф* присоединяется ко второму колебательному контуру, а подстроечный конденсатор C_8 устанавливается в положение средней емкости.

Надо попытаться принять радиостанцию, длина волны которой близка к концу каждого диапазона (около 500—550 *м*



Фиг. 245. Испытательная палочка и пользование ею.

в средневолновом и около 1 800—2 000 *м* в длинноволновом диапазонах). Такая станция должна быть слышна почти при полностью введенных подвижных пластинах переменного конденсатора C_9. Уточнить длину волны принятой радиостанции можно по заводскому радиоприемнику.

Может случиться, что станции, работающие на наиболее длинных волнах данного диапазона, будут слышны, когда емкость переменного конденсатора введена далеко не полностью, или очень слабо слышны при полностью введенных его пластинах. В первом случае это означает, что индуктивность катушек слишком велика, а во втором — слишком мала.

Проверить это можно испытательной палочкой. Надо ввести внутрь катушки в первом случае медный наконечник, а во втором — магнетитовый. Мы увидим, как по мере введения в катушку наконечника, при одновременном изменении емкости переменного конденсатора, настройка на радиостанцию будет приближаться к ее «законному» месторасположению на шкале приемника.

Ориентируясь по работающим станциям и изменяя число витков контурных катушек, подгоняем индуктивность для наи-

более длинноволновой станции, чтобы и другие станций этого диапазона встали на свои места.

Подгонка осуществляется сначала в диапазоне средних волн.

Отматывать или доматывать витки катушки L_3 надо небольшими порциями, по 3—5 витков, проверяя настройку после каждого изменения.

Число смотанных или домотанных витков надо записывать, чтобы при подгонке катушек антенного контура внести такую же поправку.

Если нужно увеличивать индуктивность катушки, рекомендуем домотать сразу 20—25 витков, а затем подгонять сматыванием. Это избавит от излишних спаек и их изоляции.

Когда подгонка средневолнового диапазона будет закончена конец катушки L_3 припаивается к началу L_4, переключатель ставится в положение длинных волн и производится подгонка катушки длинноволнового диапазона изменением числа витков катушки.

Теперь перед нами стоит задача более точно подстроить оба контура в резонанс. Сначала делаем подстройку средневолнового диапазона. Настраиваемся на какую-нибудь радиостанцию, работающую в начале этого диапазона. Вращая винт подстроечного конденсатора C_2, добиваемся наибольшей громкости.

Возможно, что при этом не удается получить ясно выраженного резонанса. Тогда надо оставить конденсатор C_2 в положении, близком к резонансу, и подогнать индуктивность катушки в конце диапазона. Для этого, перестроив приемник на наиболее длинноволновую станцию диапазона, с помощью испытательной палочки определяем, в какую сторону надо изменить индуктивность катушки L_1 антенного контура, чтобы получить резонанс контуров.

Отматыванием или доматыванием витков катушки L_1 надо добиться наибольшей громкости, что будет соответствовать резонансу. Точный резонанс контуров будет, когда при введении любого конца палочки громкость уменьшается. Затем, перестроившись на радиостанцию начала диапазона, вновь добиваемся резонанса конденсатором C_2.

Не исключена возможность, что и теперь не удастся получить резонанса. Может, например, случиться, что и при уменьшении емкости конденсатора C_2 громкость будет возрастать, но резонанса не будет даже при наименьшей его емкости. Тог-

да следует увеличить емкость подстроечного конденсатора C_8 второго контура. При этом блоком переменных конденсаторов придется перестроиться на ту же станцию и вновь добиваться резонанса конденсатором C_2.

Может оказаться, что громкость будет увеличиваться при увеличении емкости подстроечного конденсатора C_2, но резонанса не будет даже при его наибольшей емкости.

В этом случае нужно уменьшить емкость конденсатора C_8 и снова добиваться резонанса подстройки конденсатором C_2.

После этого надо вновь проверить резонанс в конце диапазона и, если будет необходимость, подстроить его.

Затем подгоняются в резонанс контуры длинноволнового диапазона. Здесь потребуется подстройка только конца диапазона, так как резонанс в начале его обеспечивается произведенной нами настройкой на средневолновом диапазоне. При этом изменяется только индуктивность катушки L_2.

Подгонку контуров в резонанс надо проводить при приеме слабо слышимых станций, которым не мешают другие станции. По мере настройки громкость надо убавлять. В таких условиях подстройка будет точнее.

У читателя может создаться впечатление чрезвычайной сложности подстройки контуров в резонанс. На самом деле она осуществляется значительно проще, так как многие разобранные здесь неприятности могут и не иметь места. Но если даже и придется повозиться с настройкой, то труд окупится хорошей работой приемника.

Хорошо настроенный приемник должен обладать высокой избирательностью и чувствительностью, при которых он обеспечит громкий прием многих радиостанций.

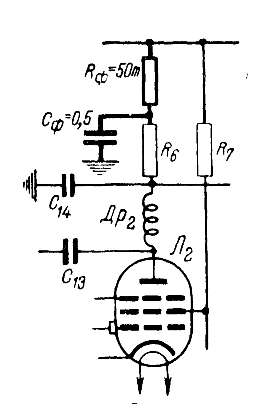
УСТРАНЕНИЕ САМОВОЗБУЖДЕНИЯ

В этой беседе мы указали способ устранения самовозбуждения путем включения сопротивления в анодную цепь лампы $Л_1$ и увеличения сопротивления R_2 в цепи экранирующей сетки этой лампы. Когда контуры настроены в резонанс, схему нужно восстановить и самовозбуждение может исчезнуть. Приемники, имеющие ступень усиления высокой частоты, часто самовозбуждаются из-за отсутствия резонанса контуров. Но бывает и так, что приемник начинает возбуждаться после подгонки резонанса контуров.

Если же появляется самовозбуждение, которое не поддается регулировке конденсатором обратной связи, надо попробо-

вать отключить цепь обратной связи или замкнуть накоротко катушки L_5 и L_6. Прекращение генерации укажет на необходимость уменьшения числа витков этих катушек.

Бывает, что и при выключенной обратной связи приемник продолжает самовозбуждаться. Тогда надо проверить, хорошо ли заземлены баллоны ламп и экраны.



Фиг. 246. Включение ячейки развязывающего фильтра в анодную цепь детекторной лампы.

Для выяснения причины самовозбуждения можно вытащить из панельки лампу $Л_1$. Если при этом свист прекратится, значит его причиной является первая ступень. В этом случае придется увеличить сопротивление в цепи экранирующей сетки лампы $Л_1$ или увеличить сопротивление R_3 до 30 тыс. *ом*.

Но приемник иногда самовозбуждается даже при выключении цепи обратной связи и лампы $Л_1$. В этом случае надо сначала увеличить емкость конденсатора C_{14} до 300—350 *мкмкф*, затем увеличить емкость C_{18} до 7—8 тыс. *мкмкф*, попробовать присоединить параллельно электрическому конденсатору C_{19} бумажный конденсатор в 0,1—0,25 *мкф*.

Указанных мер обычно бывает достаточно для полной ликвидации самовозбуждения приемника.

Иногда возникает самовозбуждение низкочастотной части приемника, проявляющее себя шумом, напоминающим работу моторной лодки.

В таких случаях рекомендуется в анодную цепь лампы $Л_2$ включить ячейку развязывающего фильтра, как это показано на фиг. 246. Конденсатор $C_ф$ может быть бумажным или электролитическим емкостью не менее 0,5 *мкф* на рабочее напряжение 150—250 *в*.

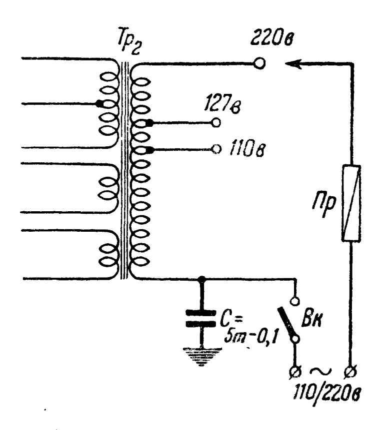
УСТРАНЕНИЕ ФОНА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Фон переменного тока слышен как ровный, не изменяющийся по силе гул низкого тона.

Если работа приемника сопровождается таким фоном, надо прежде всего проверить, заземлена ли обмотка накала ламп, попробовать увеличить емкость конденсаторов C_{19} и C_{20}.

Иногда бывает полезно заземлить металлический корпус динамика и один конец его катушки.

В ряде случаев снижению и даже полному устранению фона переменного тока способствует соединение сетевой обмотки силового трансформатора с минусом через слюдяной или бумажный конденсатор емкостью от 5—10 тыс. *мкмкф* до 0,1 *мкф*, на рабочее напряжение не менее 1 000—1 500 *в* (фиг. 247).



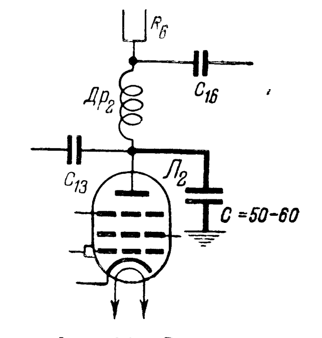
Фиг. 247. Заземление сети через конденсатор снижает фон переменного тока.

Устранению фона способствует также хорошее заземление.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ РЕГУЛИРОВКА ПРИЕМНИКА

Она сводится к окончательной подгонке режима работы ламп, регулировке обратной связи и установлению желательного тембра звучания. Режим работы ламп устанавливается соответствующим изменениям величин сопротивлений смещения и экранирующих сеток ламп.

Рекомендуемый режим ламп указан на принципиальной схеме. Чтобы увеличить напряжение смещения, надо увеличить сопротивления: R_1—для лампы $Л_1$; R_5 — для лампы $Л_2$; R_9 — для лампы $Л_3$; уменьшение этих сопротивлений снизит напряжение смещения. Увеличение напряжения на экранирующих сетках достигается уменьшением сопротивлений, соединенных с ними.



Фиг. 248. Включение конденсатора для улучшения плавности регулировки обратной связи.

В зависимости от используемого силового трансформатора напряжение выпрямленного тока может быть больше или меньше указанного в схеме на 15—20%.

Увеличение напряжения на экранирующих сетках увеличивает усиление но одновременно возрастает склонность приемника к самовозбуждению. Однако тщательно отлаженный приемник работает хорошо и при сравнительно низких напряжениях на экранирующих сетках, что гарантирует его работу от самовозбуждения.

Плавность возникновения и срыва генерации обратной связи зависит от режима работы детекторной лампы. Порог генерации должен сопровождаться мягким щелчком и срываться без затягивания. Для достижения этого рекомендуем заняться подбором величин конденсатора C_{11} и сопротивления R_4. Пробуйте изменять емкость конденсатора C_{11} в пределах от 50 до 300 *мкмкф*, а сопротивления R_4 от 0,3 до 2 *мгом*. Уменьшая емкость, увеличивайте сопротивление, и наоборот.

Полезно бывает между анодом лампы $Л_2$ и минусом приемника включить конденсатор емкостью в 50—60 *мкмкф* (фиг. 248).

В последнюю очередь включаем регулятор тембра, и добиваемся приятного для нашего уха тембра звучания.

После всего упомянутого выше, когда приемник работает хорошо и подчиняется всем ручкам управления, его можно вмонтировать в ящик и считать, что он готов.

Беседа двадцать шестая

ШКОЛЬНЫЙ РАДИОУЗЕЛ

«Говорит школьный радиоузел!» — так начинают свою работу радиоузлы во многих школах нашей страны. Они оборудуются силами таких же радиолюбителей-школьников, как и наши читатели.

Каждый год все новые и новые радиоузлы вступают в строй, с каждым годом увеличивается число радиофицированных школ. Ширится и развивается патриотическое движение советских радиолюбителей-школьников за радиофикацию своих школ.

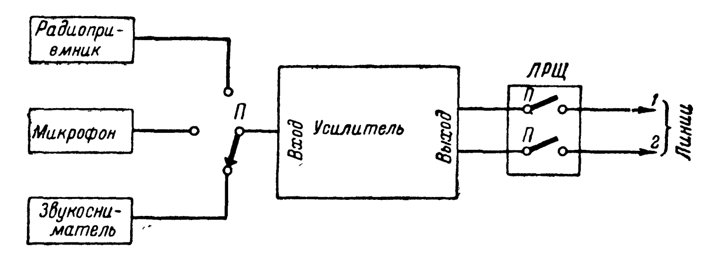
Нет сомнения, что и наши новые друзья-радиолюбители вольются в это движение.

Радиофицировать родную школу и наладить местное школьное вещание — это большое, почетное и увлекательное дело. Это будет деловой, благородный ответ на заботу, которую проявляет к вам Родина.

КАК РАБОТАЕТ РАДИОУЗЕЛ

Радиотрансляционный узел, или просто радиоузел, как его чаще называют, представляет собой комплект оборудования, с помощью которого можно передавать по проводам сразу во много мест речь, музыку, пение.

В состав радиоузла входит (фиг. 249) усилитель низкой частоты с блоком питания, радиоприемник, звукосниматель с механизмом для проигрывания граммпластинок, микрофон с батареей для его питания и линейный распределительный щиток (ЛРЩ).



Фиг. 249. Блок-схема радиоузла.

Токи звуковой частоты от радиоприемника, звукоснимателя или микрофона через переключатель *П* подаются на вход усилителя и усиливаются последним до нужной мощности. Трансляционные линии, к которым присоединяются громкоговорители, установленные в коридорах, классах, актовом и физкультурном залах и в других помещениях школы, включаются на выход усилителя через линейный распределительный щиток.

Таким образом можно передавать широкому кругу учащихся передачи радиовещательных станций, концерты, составленные из записей на граммофонных пластинках, местные передачи школьного характера.

Ниже мы рассказываем об оборудовании простого школьного радиоузла с питанием от сети переменного тока с напряжением 110—220 *в*.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА РАДИОУЗЛА

Принципиальная схема аппаратуры радиоузла показана на фиг. 250. Основной его частью является усилитель низкой частоты на сопротивлениях.

Переключателем *П* осуществляется включение различных видов передач.

Когда переключатель находится на контакте *3*, звукосниматель включен на вход усилителя.

Сопротивление R_1 нужно только в том случае, если используется пьезоэлектрический звукосниматель; через него на

сетку лампы подается смещение. При использовании электромагнитного звукоснимателя его в схему можно не включать.

Электродвигатель *ЭД* служит для вращения граммпластинок. Он включается выключателем $Вк_2$.

Если переставить переключатель *П* на контакт *2* и замкнуть $Вк_1$, то пульсирующий ток, созданный батареей *Бм* и микрофоном *М*, протекая через первичную обмотку трансформатора $Тр_1$, индуктирует во вторичной его обмотке переменное напряжение звуковой частоты. Это напряжение будет усилено всеми тремя ступенями, как и при работе от звукоснимателя.

В данном случае напряжение смещения на сетку лампы $Л_1$ подается через вторичную обмотку трансформатора.

Трансформатор $Тр_1$ при таком его использовании называют м и к р о ф о н н ы м. Его коэффициент трансформации бывает в пределах от 1 : 10 до 1 : 50.

Электродинамический микрофон включается без батареи.

Если переставить переключатель *П* на контакт *1*, лампа $Л_1$ будет работать как сеточный детектор. Катушка L_1 и конденсатор C_2 образуют колебательный контур, настроенный на волну местной радиостанции. Конденсатор C_3 и сопротивление R_2 служат для детектирования.

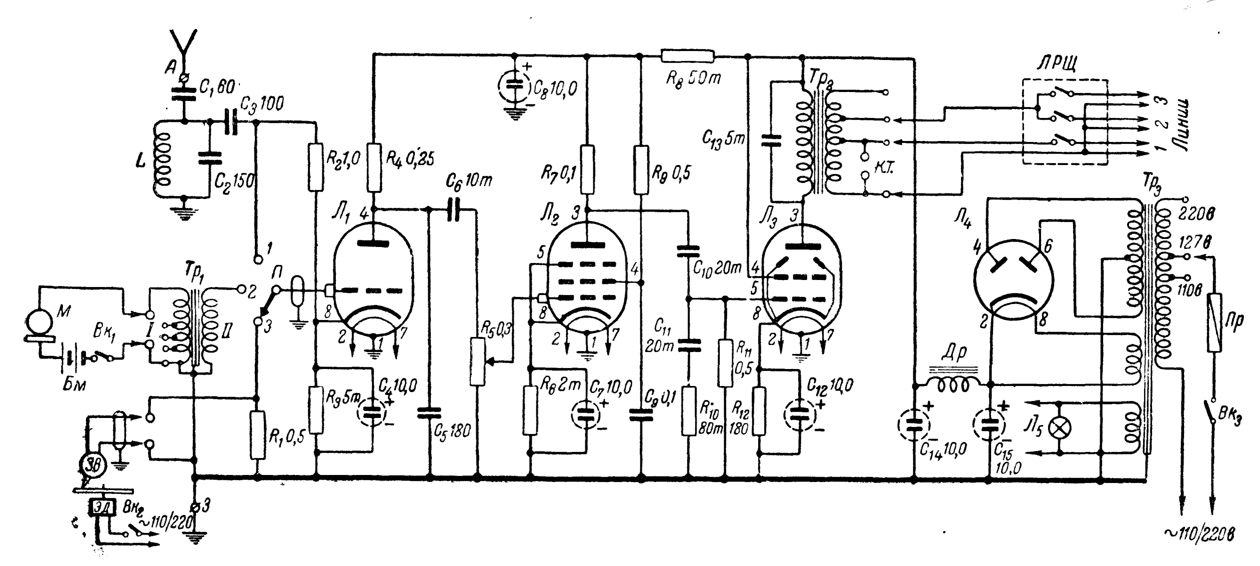
С выхода усилителя в трансляционные линии подается ток звуковой частоты мощностью 5—6 *вт*, что обеспечивает работу около 15 громкоговорителей.

В случае, если нужно обслужить большую аудиторию, выключаются все трансляционные линии, а на выход усилителя включается один более мощный динамик. Для него нужно предусмотреть отдельную линию.

В первой ступени усилителя работает лампа $Л_1$ — 6Ф5, во второй лампа $Л_2$ — 6Ж7, 6К7 или 6К9; и в третьей $Л_3$ — 6Л6 или 6П3

В выпрямителе работает двуханодный кенотрон $Л_4$. Дроссель со стальным сердечником *Др* и электролитические конденсаторы C_{14} и C_{15} образуют сглаживающий фильтр выпрямителя. Нити накала ламп усилителя питаются от понижающей обмотки силового трансформатора $Тр_3$.

Напряжение на аноды первых двух ламп подается через сопротивление R_2 и R_7 и на анод выходной лампы через первичную обмотку трансформатора $Тр_2$. Напряжение на экранирующую сетку лампы $Л_2$ подается через сопротивление R_9; экранирующая сетка лампы $Л_3$ соединена непосредственно с плюсом.

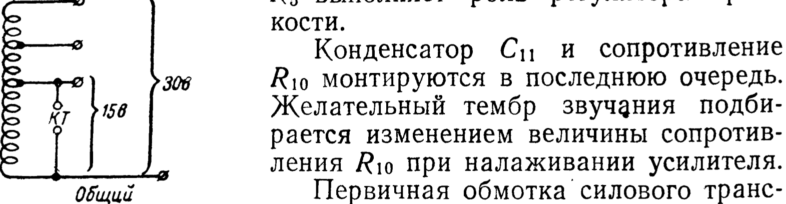


Фиг. 250. Принципиальная схема приемно-усилительного устройства радиоузла.

Сопротивление R_8 и конденсатор C_8 образуют ячейку развязывающего фильтра для первых двух ступеней усилителя и дополнительно сглаживают пульсации выпрямленного тока.

Напряжения смещения на управляющие сетки подаются раздельно для каждой лампы с сопротивлений R_3, R_6 и R_{12}, включенных между минусом и катодом каждой лампы. Эти сопротивления зашунтированы конденсаторами большой емкости.

Конденсаторы C_6 и C_{10} являются разделительными между ступенями. Конденсатор C_5 — блокировочный. Потенциометр R_5 выполняет роль регулятора громкости.



Фиг. 251. Схема вторичной обмотки выходного трансформатора.

Конденсатор C_{11} и сопротивление R_{10} монтируются в последнюю очередь. Желательный тембр звучания подбирается изменением величины сопротивления R_{10} при налаживании усилителя.

Первичная обмотка силового трансформатора включается в сеть выключателем $Вк_3$ через плавкий предохранитель *Пр*. Когда включается питание усилителя, загорается лампочка $Л_5$.

Вторичная обмотка выходного трансформатора $Тр_2$ (фиг. 251) рассчитана для включения на нее 12—15 громкоговорителей типа «Рекорд», «ДАГ-1» «ВЭФПЕР-45», «Д-2» и др., что вполне достаточно для радиофикации большинства школ.

На концах вторичной обмотки выходного трансформатора получается напряжение около 30 *в*. На это же напряжение рассчитано большинство указанных трансляционных громкоговорителей. Однако в распоряжении наших радиофикаторов могут оказаться громкоговорители, рассчитанные на 15 *в* (так называемые низкоомные). Если последние включать в одну линию вместе с высокоомными, то они вследствие своего меньшего сопротивления, будут поглощать очень много энергии и работать громче остальных.

Чтобы избежать этого, вторичная обмотка имеет отводы, допускающие включение громкоговорителей с различным сопротивлением.

В каждую из трансляционных линий надо включить однородные громкоговорители.

Один из проводов каждой линии присоединяют к нижнему общему выводу вторичной обмотки. Подбор наилучшего

звучания громкоговорителей на каждой линии производится пересоединением вторых линейных проводов к различным отводам вторичной обмотки. Контрольный телефон включается на часть вторичной обмотки выходного трансформатора в гнезда *КТ*.

ДЕТАЛИ

Величины сопротивлений и конденсаторов указаны на принципиальной схеме (фиг. 250).

Сопротивление R_5 переменное с выключателем для $Вк_3$. Остальные сопротивления постоянные типа *ВС* и *ТО* за исключением R_{12}, которое должно быть проволочное или остеклованное.

Электролитические конденсаторы C_{14} и C_{15} на рабочее напряжение 350 *в*, C_8 — на 250 *в*, C_4, C_7 и C_{12} на 20—30 *в*. Емкость этих конденсаторов указана наименьшая и может быть значительно увеличена. Это же относится и к конденсатору C_9.

Конденсаторы C_6, C_{10} и C_{13} — слюдяные. Остальные могут быть любого типа.

Микрофонный трансформатор $Тр_1$ имеет сердечник сечением 2—3 $см^2$. Первичная — микрофонная обмотка содержит 600 витков провода ПЭ 0,2—0,3 *мм* с отводами от 300-го, 400-го и 500-го витков. Вторичная обмотка имеет 5 000 витков ПЭ 0,10—0,15 *мм*. Переключением отводов первичной обмотки подбирается нужный коэффициент трансформации, в зависимости от применяемого микрофона. На каркас трансформатора наматывают сначала вторичную, а затем первичную обмотки.

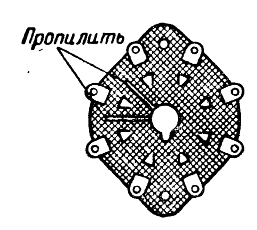
Выходной трансформатор $Тр_2$ имеет сердечник сечением 6—8 $см^2$. Первичная (анодная) обмотка трансформатора имеет 2 500 витков провода ПЭ 0,15—0,20 *мм*. Вторичная (выходная) — имеет 600 витков провода ПЭ 0,4—0,6 *мм* с отводами от 300-го и 450-го витков. Сердечник собирается с воздушным зазором в 0,3—0,5 *мм* (толщина полоски из тонкого картона).

Для выходной лампы желательно использовать фарфоровую ламповую панель. Если используется гетинаксовая или текстолитовая панель, то до ее крепления в ней необходимо сделать пропилы между гнездами накал — анод и анод — экранирующая сетка (фиг. 252). Это делается по следующим соображениям. На аноде выходной лампы развивается значительное напряжение звуковой частоты, способное пробить указан-

ные промежутки гетинаксовой и текстолитовой панельки. Пробой выражается в проскакивании искры. В результате искрения происходит обугливание этих промежутков, сопротивление которых со временем уменьшается. Из-за этого усилитель начинает работать с искажениями и, наконец, может вообще испортиться. Пропилы устраняют эти неприятности.

Силовой трансформатор $Тр_3$ мощностью не менее 70 *вт*. Пригодны заводские трансформаторы от приемников «Салют», «ЭЛС-2», «6Н-1» или «СВД». Можно его сделать и самостоятельно.

Для фильтра пригодны дроссели низкой частоты типа МД-1, МД-7, ДС-6 и ДС-75. Данные самодельного дросселя следующие: сечение сердечника 4—6 *см*²; число витков 3 000—3 500, провод ПЭ 0,18—0,20 *мм*, воздушный зазор около 0,2 *мм*.



Фиг. 252. Пропилы в панельке выходной лампы.

Катушка колебательного контура — любого типа, из расчета на прием радиостанции местного (областного, республиканского) или центрального вещания. Можно использовать конструкцию простейшего вариометра (фиг. 62).

При настройке контура емкость конденсатора C_2 подбирается опытным путем. Уменьшением емкости конденсатора C_1 достигается отстройка от мешающих станций.

Приемный контур настраивают на определенную станцию один раз при налаживании аппарата.

Звукосниматель и электродвигатель могут быть любого типа. Желательно приобрести готовый электропроигрыватель, объединяющий в себе эти две детали.

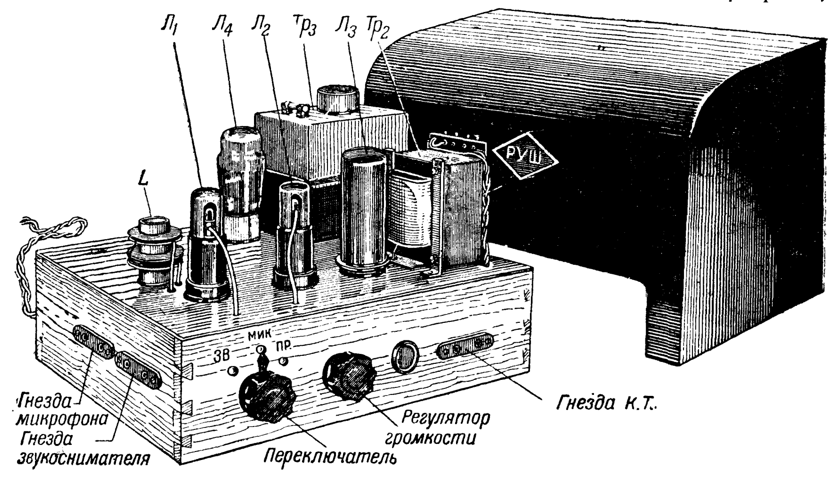
Микрофон *М* — угольный типа ММ-2, диспетчерский или электродинамический типа ДМК или МД-2. Из всех микрофонов предпочтение надо отдать электродинамическим.

Питание угольного микрофона осуществляется от батареек для карманного фонаря, соединенных последовательно и дающих напряжение 16—20 *в* для ММ-2 и 3—4,5 *в* для диспетчерского микрофона.

В качестве микрофона можно использовать также микрофонный капсуль, применяемый в телефонных аппаратах. Но следует учесть, что работать он будет значительно хуже микрофонов других типов.

КОНСТРУКЦИЯ И МОНТАЖ УСИЛИТЕЛЯ

Усилитель радиоузла смонтирован на шасси размером $300 \times 200 \times 80$ *мм*. Верхняя панель — металлическая, боковые стенки — деревянные, толщиной 8—10 *мм*. Шасси может быть и цельнометаллическим. Внешний вид усилителя показан на фиг. 253, его монтажная схема дана на фиг. 254. При монтаже нужно стремиться к тому, чтобы входные цепи были расположены возможно дальше от выходного трансформатора и деталей выпрямителя. Проводники, идущие от микрофона,



Фиг. 253. Внешний вид усилителя.

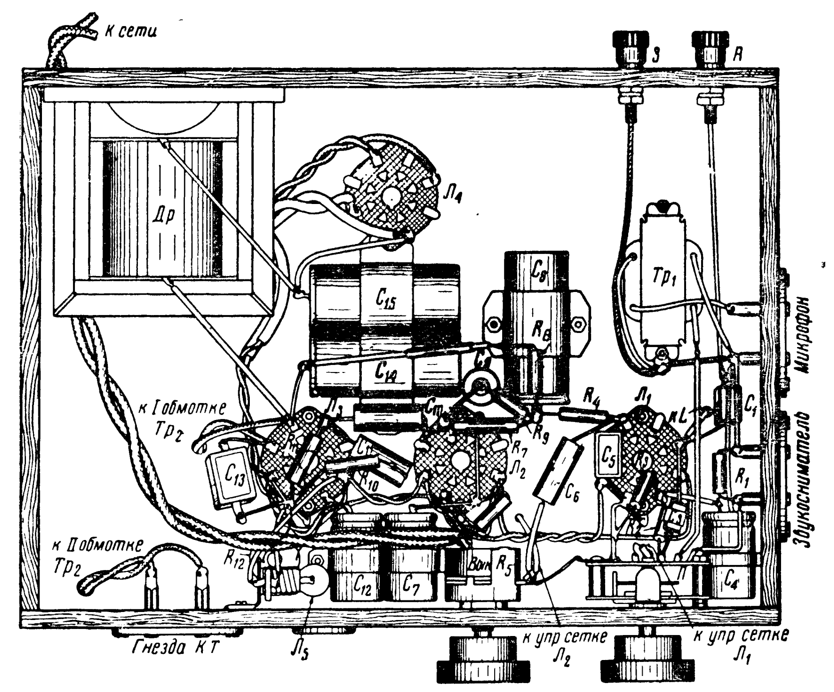
звукоснимателя, от переключателя *П* к управляющей сетке лампы $Л_1$ и от регулятора громкости R_5 к $Л_2$ обязательно экранировать. Во избежание появления фона переменного тока рекомендуется выходной и микрофонный трансформаторы поместить в отдельные стальные экраны, заземлив их.

Микрофонный трансформатор должен находиться рядом с гнездами для включения микрофона и возможно дальше от выходной и силовой частей усилителя. Месторасположение и разворот сердечника этого трансформатора надо найти практическим путем. Найти надо такое положение, при котором будет отсутствовать фон переменного тока и самовозбуждение.

На лицевую сторону шасси выводятся ручки управления, гнезда контрольного телефона и «глазок» сигнальной лампочки $Л_5$.

Ручка переключателя снабжается стрелкой-указателем рода передачи.

Усилитель закрывается фанерным отполированным колпаком, имеющим вырез в нижней лицевой его части. Съемный колпак позволяет наглядно демонстрировать учащимся конструкцию усилителя.



Фиг. 254. Монтажная схема усилителя.

НАЛАЖИВАНИЕ

Если монтаж усилителя выполнен безошибочно с использованием проверенных деталей, все налаживание сведется только к подбору наивыгоднейшего коэффициента трансформации микрофонного трансформатора и настройке колебательного контура.

Ниже приводится режим работы ламп при использовании силового трансформатора от приемника «Салют» [1].

[1] Анодные напряжения и напряжения на сетках измерены вольтметром с чувствительностью 1 000 *ом/в*.

Напряжения указаны относительно общего минуса. Этот режим надо установить до испытания. Первое испытание и предварительное налаживание усилителя производятся при выключенных линиях. На выход усилителя при этом включается электрическая лампочка мощностью в 25—40 *вт*. Эта «нагрузка» включается на половину вторичной обмотки. К крайним ее зажимам присоединяется громкоговоритель. При сильной передаче лампочка должна вспыхивать.

Наименование ламп	Напряжение, *в*			
	на накале	на аноде	на экранированной сетке	смещения
$Л_1$ . . .	6,3	100	—	—1,2
$Л_2$ . . .	6,3	80	60	—2
$Л_3$ . . .	6,3	280	280	—14

Включать и испытывать усилитель «вхолостую» недопустимо — может испортиться выходной трансформатор.

Сначала усилитель испытывается при проигрывании граммпластинок.

Закончив испытание и налаживание усилителя при работе, от звукоснимателя можно перейти к настройке контура. Переключатель входа устанавливается в положение *1*, антенна включается в свое гнездо. Изменением индуктивности и емкости контура производится настройка на нужную радиовещательную станцию. В это время желательно иметь работающий радиоприемник, по которому определяется правильность выбора станции.

Испытание усилителя при работе от микрофона производится при выключенном контрольном громкоговорителе. Он заменяется телефоном или выносится за пределы помещения, в котором находится микрофон. В противном случае между микрофоном и громкоговорителем создается сильная «акустическая связь», и последний начнет «выть».

Это правило надо помнить всегда.

Окончательное налаживание всего радиоузла производится при включенных линиях, загруженных громкоговорителями (когда в школе нет занятий). Тогда же подбирается желательный тембр звучания.

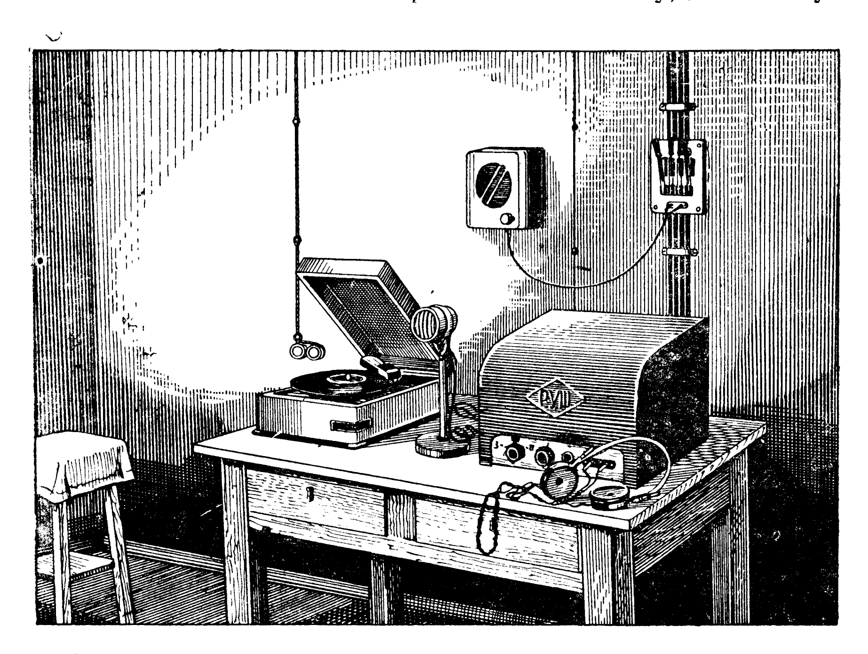
ОБОРУДОВАНИЕ РАДИОУЗЛА

Оборудование сводится к размещению и соединению между собой аппаратуры, монтажу линейного распределительного щитка и проводке выходных линий.

Для радиоузла желательно иметь отдельную изолированную комнату, хотя бы небольшого размера, или постоянное

место, например, в физическом кабинете. Примерное расположение и монтаж оборудования радиоузла показаны на фиг. 255.

Соединение звукоснимателя с усилителем должно быть выполнено экранированным проводом внутри стола или на его задней стенке. Экран провода заземляется. Микрофонный провод также должен быть в экране и иметь длину, достаточную



Фиг. 255. Примерное расположение оборудования радиоузла.

для того, чтобы микрофон во время местных передач можно было выносить на отдельную тумбочку. Он устанавливается на расстояние не менее чем на 80—100 *см* от стены.

Выключатель микрофона, а также микрофонная батарея могут быть смонтированы в подставке микрофона или на усилителе.

По стене от усилителя прокладываются провода к линейному распределительному щитку. Выходные линии пропускаются от щитка через отверстие в стене или в колоде двери, а далее расходятся в нужных направлениях. Эту часть монтажа желательно выполнить проводом диаметром 1—1,5 *мм*

в хорошей изоляции. Крепление провода производится с помощью скобок с картонными подкладками.

Основанием щитка служит листовой эбонит, фибра, текстолит или другой прочный изоляционный материал. Размер щитка зависит от размера и числа рубильников (выключателей). Число рубильников, в свою очередь зависит от числа проектируемых линий. На каждую линию нужен однополюсный рубильник, который разрывает один провод линии; другой провод является общим для всех линий. Желательно, однако, разрывать оба провода каждой линии, но тогда надо использовать двухполюсные рубильники. На линейном щитке параллельно каждой выходной линии полезно вмонтировать гнезда для включения громкоговорителя. Эти гнезда будут служить для проверки работы каждой линии в отдельности и для измерения сопротивления линий, что бывает необходимо при отыскании неисправности в них.

Смонтированный щиток крепится на четырех фарфоровых роликах.

Рядом с линейным щитком на стене можно укрепить контрольный громкоговоритель схему радиоузла и его линейного хозяйства.

В том случае, если для радиоузла нет отдельного помещения, его надо оборудовать в шкафу, который запирается на замок.

ПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОУЗЛОМ

Школьный радиоузел способствует организации и сплоченности всего коллектива учащихся, помогает повышению успеваемости и проведению общешкольных мероприятий.

Работа радиоузла должна быть образцовой и организованной. Надо внимательно следить за исправностью его аппаратуры и линейного хозяйства. Надо помнить, что плохое качество работы узла быстро подорвет авторитет радиоузла и его конструкторов.

Так как обычно строительство и техническую эксплоатацию радиоузла осуществляет школьный радиокружок, то из его состава выделяется заведующий радиоузлом, отвечающий за исправность и сохранность аппаратуры.

Он инструктирует и наблюдает за работой дежурных, выделяемых для обслуживания радиоузла.

Работа радиоузла ведется по строгому расписанию, утверждаемому директором школы

Планирование и организация программ передач возлагаются на школьный радиокомитет, избранный на комсомольском собрании и сборе пионерской дружины. Этот же комитет редактирует текстовой материал, который затем утверждается директором или заведующим учебной частью школы. Все передачи регистрируются в дневнике радиоузла.

Беседа двадцать седьмая

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМ

В этой беседе мы делаем шаг на новую ступень радиолюбительского творчества.

Супергетеродин в настоящее время является наиболее распространенным радиоприемником. Это вызвано рядом преимуществ, выгодно отличающих его от приемника прямого усиления.

В одной из предыдущих бесед мы указывали, что в отличие от приемника прямого усиления супергетеродин имеет два преобразователя. С одним из них — с детектором, с помощью которого модулированные колебания высокой частоты преобразуются в колебания звуковой частоты, мы уже знакомы. Со вторым преобразователем нам предстоит познакомиться.

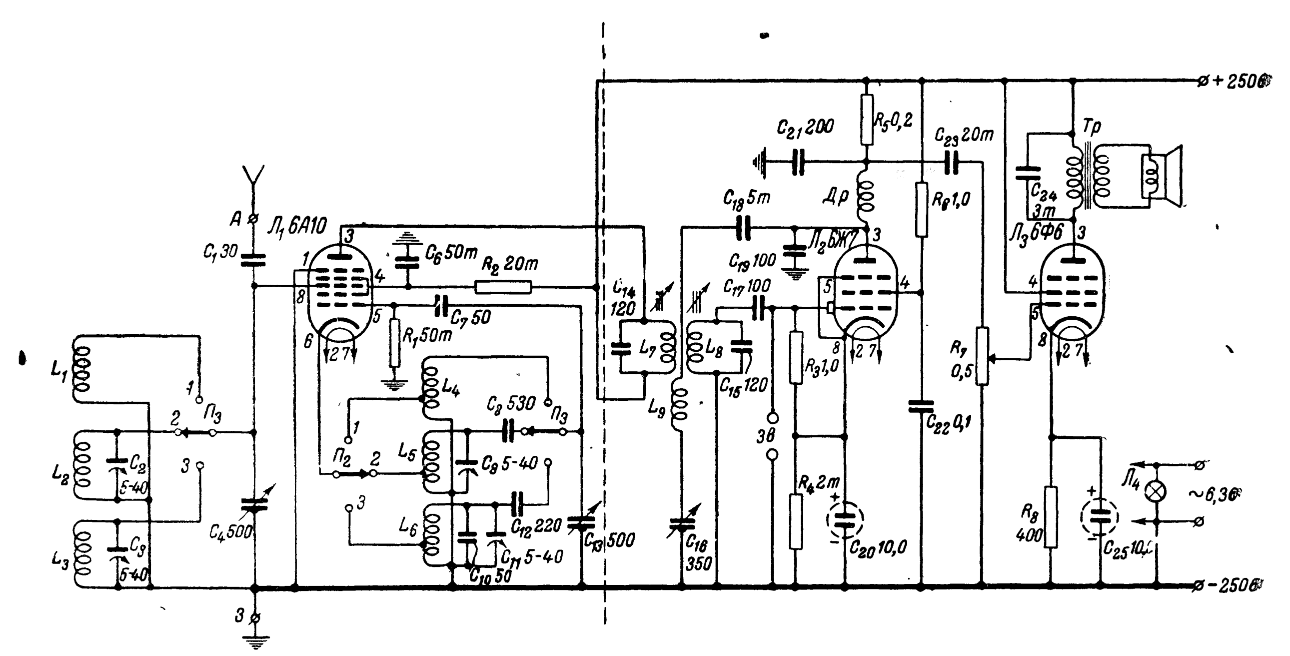
ОТ ПРИЕМНИКА ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ К СУПЕРГЕТЕРОДИНУ

На фиг. 256 мы даем схему трехдиапазонного супергетеродина, который считаем наиболее простым и допустимым для изготовления нашими читателями.

Возьмите листок бумаги и прикройте им левую часть схемы до пунктирной линии. На листке пририсуйте антенну и заземление так, как показано на фиг. 257. Получилась схема приемника прямого усиления, имеющего детекторную лампу и оконечную ступень усиления низкой частоты. Контур L_8C_{15} индуктивно связан с антенным входным контуром L_7C_{14}. Лампа $Л_2$ работает, как сеточный детектор с обратной связью.

Наличие двух контуров, настроенных, разумеется, в резонанс, улучшает избирательность, а обратная связь повышает чувствительность такого приемника.

Принцип работы приемника, выполненного по такой схеме, нам хорошо знаком. Отметим только, что сеточный детектор, бывший в приемнике прямого усиления первым и единствен-



Фиг. 256. Принципиальная схема супергетеродина.

ным, в супергетеродине будет вторым детектором. При этом контуры L_7C_{14} и L_8C_{15} будут настроены в резонанс на заранее выбранную частоту и никакой перестройке подвергаться не будут.

Откроем левую часть схемы фиг. 256 и посмотрим, откуда поступают в контур L_7C_{14} модулированные колебания высокой частоты. Этот контур включен в анодную цепь лампы $Л_1$. Значит, колебания высокой частоты поступают в контур с помощью этой лампы.

Фиг. 257. Так надо прикрыть часть схемы супергетеродина.

Тогда каким же образом удается получить в контуре с фиксированной настройкой сигналы радиостанций, работающих на разных длинах волн?

ПРИНЦИП РАБОТЫ СУПЕРГЕТЕРОДИНА

Принцип супергетеродинного приема заключается в том, что сигналы принимаемой станции преобразуются первым детектором в сигналы строго определенной промежуточной частоты. Второй же детектор преобразует их в колебания звуковой частоты.

Первое преобразование частоты происходит с помощью маломощного источника колебаний высокой частоты, который называют гетеродином. Частота генерируемых им колебаний изменяется при вращении ручки настройки.

Кроме того, в супергетеродине имеется смеситель, на который одновременно поступают колебания принимаемой радиостанции и колебания гетеродина.

Эти два вида колебаний, отличающихся друг от друга по частоте, «смешиваются» внутри лампы, и в ее электронном потоке образуется новая частота, которая остается постоянной для любой радиостанции. Она называется промежуточной частотой.

ПРЕИМУЩЕСТВА СУПЕРГЕТЕРОДИНА

Одно из основных достоинств супергетеродина заключается в том, что его чувствительность более равномерна по всему диапазону, включая и короткие волны, чем у приемника прямого усиления. В описанных выше приемниках коротковолнового диапазона не было, потому что они не обладают достаточной чувствительностью, обеспечивающей громкого приема коротковолновых радиостанций.

Супергетеродин по сравнению с приемником прямого усиления обладает также более высокой избирательностью, что достигается большим числом колебательных контуров по сравнению с приемником прямого усиления. При этом настраивать приходится только контуры первого детектора.

В супергетеродине не трудно получить большое усиление, если между первым и вторым детекторами ввести одну ступень усиления промежуточной частоты. Такая дополнительная ступень дает значительно большее усиление, чем ступень усиления высокой частоты приемника прямого усиления. Усиление в этом случае будет происходить уже не на частоте принятого сигнала, но на более низкой — промежуточной частоте.

В супергетеродинах, имеющих ступень усиления промежуточной частоты, имеется возможность отказаться во втором детекторе от сеточного детектирования, заменив его диодным. При этом повысится качество звучания и можно ввести автоматическую регулировку чувствительности (АРЧ), включить электронный индикатор настройки («магический глаз»), ввести «подавитель» помех и еще ряд усовершенствований.

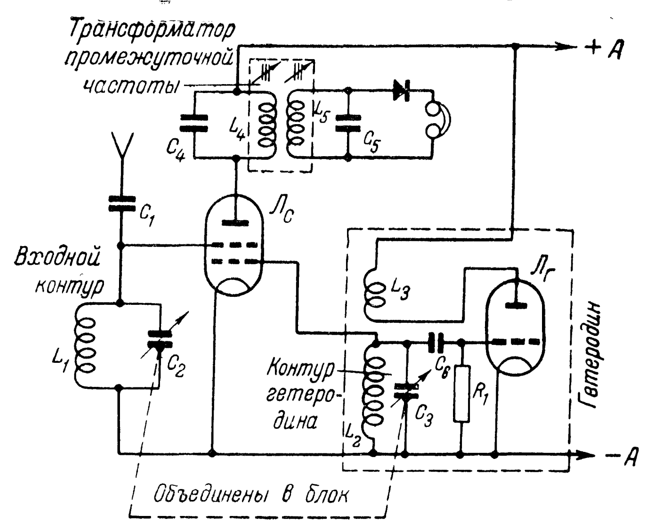
Как видите, перед приемником прямого усиления супергетеродин имеет много преимуществ. Но супергетеродинный приемник в то же время значительно сложнее его.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЧАСТОТЫ

Разберем упрощенную схему первого детектора — преобразователя супергетеродина, показанную на фиг. 258. Здесь лампа $Л_с$ является смесительной. В ее анодную цепь включен колебательный контур L_4C_4, настроенный на какую-то определенную промежуточную частоту. Катушки L_4 и L_5 образуют трансформатор промежуточной частоты. Лампа $Л_г$ генерирует вспомогательные колебания высокой частоты

Второй детектор заменен кристаллическим детектором, а усилитель низкой частоты с динамиком — телефоном.

Часть схемы, которая обведена пунктирными линиями, напоминает нам одноламповый приемник с обратной связью. Подобрав соответствующим образом обратную связь, нетрудно заставить лампу $Л_г$ генерировать колебания высокой частоты. Изменением величины индуктивности катушки L_2 и емкости конденсатора C_3 можно получить требуемую частоту колебаний. Этот участок схемы является гетеродином.



Фиг. 258. Схема преобразователя супергетеродина.

Колебания с контура гетеродина подаются на первую от катода сетку смесительной лампы $Л_с$ и воздействуют на ее анодный ток. На анодный ток этой же лампы одновременно, через вторую сетку, воздействуют и модулированные колебания высокой частоты, получаемые из антенны, на которые настроен входной контур L_1C_2. В результате в анодной цепи смесительной лампы и в том числе в контуре L_4C_4 образуется новая частота — промежуточная. Она может быть равна разности образовавших ее частот.

Допустим, что гетеродин генерирует частоту 800 *кгц*, а входной контур настроен на радиостанцию, работающую на волне 1 000 *м*, что соответствует частоте 300 *кгц*. Тогда промежуточная частота будет 800 *кгц* — 300 *кгц* = 500 *кгц*. Если контур L_4C_{15} будет настроен на частоту 500 *кгц*, то в нем возникнут наиболее сильные колебания с этой частотой. Такие

же колебания возникнут и во втором контуре, с которым соединен второй детектор. От второго детектора колебания звуковой частоты попадают в телефон или в усилитель и затем в громкоговоритель.

При приеме любой радиостанции гетеродин должен генерировать частоту, превышающую частоту приходящего сигнала ровно на выбранную промежуточную.

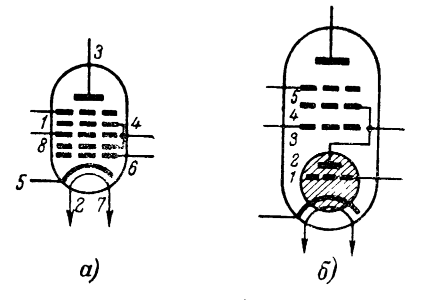
Если будет избрана промежуточная частота в 465 *кгц*, что сделано в нашем супергетеродине, то для приема радиостанции, работающей на частоте 150 *кгц*, гетеродин должен генерировать частоту в 615 *кгц*; для приема станции, работающей на частоте в 1 000 *кгц*, гетеродин должен генерировать частоту в 1 465 *кгц*; для приема станции, работающей с частотой в 10 000 *кгц*, частота гетеродина должна быть 10 465 *кгц* и т. д. по всему диапазону принимаемых волн.

Такое, как говорят, сопряжение принимаемой и генерируемой гетеродином частот достигается соответствующим подбором индуктивности катушек и одновременным изменением емкостей контура гетеродина и антенного контура.

ГЕПТОД-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

В подавляющем большинстве промышленных и любительских супергетеродинов две лампы преобразователя частоты заменяются одной, выполняющей одновременно обязанность и смесителя и гетеродина. Такими лампами являются: батарейная СБ-242 и подогревные 6А8, 6К8, 6А10 и 6SA7.

В супергетеродине, который описывается ниже, используется лампа 6А10 (или 6SA7), представляющая собой семиэлектродную лампу (не считая нить накала). Она имеет катод, анод и пять сеток (фиг. 259,*а*).



Фиг. 259. Условное обозначение ламп 6А10 и 6SA7 и показ, что преобразовательная лампа объединяет в себе две лампы.

Такая лампа называется гептод-преобразователь.

По сути дела она объединяет в себе триод и пентод (фиг. 259,*б*), связанные общим электронным потоком. При этом триод работает в гетеродине, а пентод в смесителе.

Триод образуется из катода и первых двух сеток. Вторая сетка (на фиг. 259,*б* условно показываем в виде анода) является анодом, а первая — управляющей сеткой гетеродина. Если представить себе, что триод гетеродина является как бы «катодом», то для остальной части лампы — смесителя, третья сетка будет управляющей, четвертая—экранирующей, пятая—защитной сетками пентода. Вторая и четвертая сетки соединены между собой внутри лампы и, следовательно, напряжение на них будет одинаковое.

ПЕРВЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЙ СУПЕРГЕТЕРОДИН

Правая часть схемы (фиг. 256), начиная от конденсатора C_{17}, является точным повторением двух ступеней описанного выше трехлампового приемника; оттуда же можно взять и схему выпрямителя.

Преобразователь заменил ступень усиления высокой частоты трехлампового приемника прямого усиления.

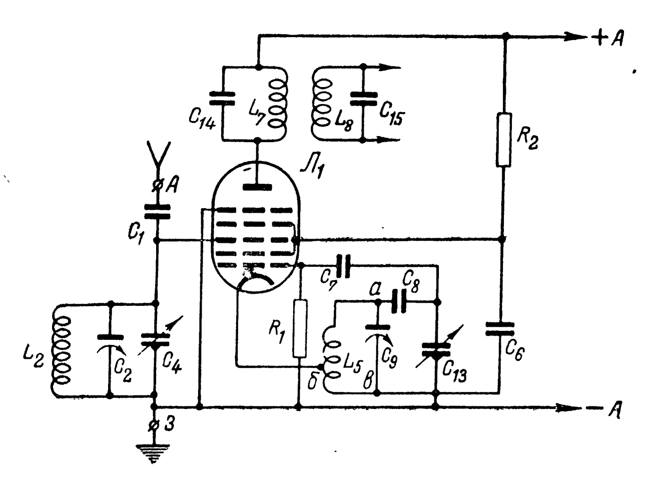
В преобразователе нашего супергетеродина работает гептод-преобразователь 6А10 (или 6SA7). Во втором детекторе и предварительным усилителем низкой частоты работает лампа 6Ж7 или 6К7, 6К9. В выходной ступени работает лампа 6Ф6. Если последнюю заменить лампами 6П3 или 6Л6, то выходная мощность приемника несколько возрастет.

Усиления промежуточной частоты в нашей схеме нет, что сделано для упрощения налаживания приемника. Некоторое снижение чувствительности компенсируется применением сеточного детектирования и обратной связи.

Связь приемника с антенной — емкостная; антенна присоединяется к первому — входному контуру через конденсатор C_1. Входной контур состоит из переменного конденсатора C_4 и трех катушек: коротковолновой L_1, средневолновой L_2 и длинноволновой L_3. Каждая из этих катушек может быть присоединена к переменному конденсатору переключателем $П_1$. Контур гетеродина состоит из конденсатора C_{13} и трех катушек: коротковолновой L_4, средневолновой L_5 и длинноволновой L_6. Переключение катушек гетеродина осуществляется переключателями $П_2$ и $П_3$, которые объединены на одной оси. Положение переключателей на контактах *1* соответствует коротковолновому, на контактах *2* — средневолновому, и на контактах *3* — длинноволновому диапазонам. При приеме на одном из диапазонов катушки других диапазонов в работе участия не принимают. Конденсаторы C_4 и C_{13} объединены в блок.

В анодной цепи лампы $Л_1$ находится контур L_7C_{14}, настроенный на промежуточную частоту 465 *кгц*. Такой же контур L_8C_{15} находится в цепи сетки лампы $Л_2$. Конденсаторы C_{18}, C_{16} и катушка L_9 образуют цепь обратной связи, которая регулируется конденсатором C_{16}. Контуры промежуточной частоты образуют трансформатор; катушка обратной связи располагается на каркасе между катушками L_7 и L_8.

Низкочастотная часть приемника подобна низкочастотной части трехлампового приемника прямого усиления.

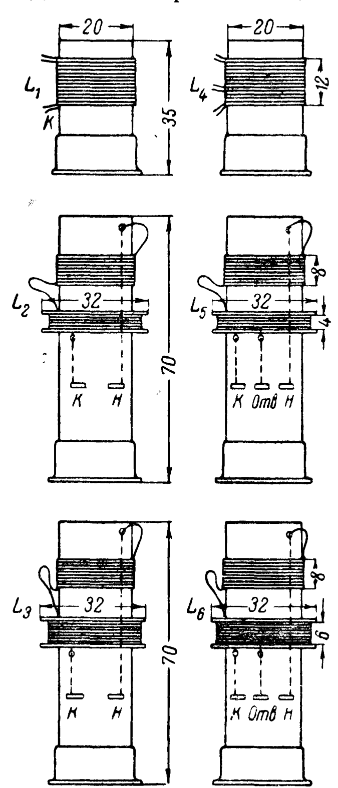


Фиг. 260. Схема первого детектора.

Приемник ориентировочно охватывает диапазоны волн: длинноволновый от 2 000 *м* до 700 *м*, средневолновый от 550 *м* до 200 *м* и коротковолновый от 60 *м* до 25 *м*.

Гетеродин. На фиг. 260 дана схема преобразователя частоты в том виде, когда переключатели находятся в положении средневолнового диапазона. Левая от лампы часть является входной, правая — гетеродинной. Гетеродин выполнен по так называемой трехточечной схеме с индуктивной связью параллельного питания. Трехточечной ее называют потому, что контур подключается к схеме тремя точками: концы катушек соединены с анодом и управляющей сеткой триодной части лампы, а отвод от катушки соединен с катодом. Следим по схеме фиг. 260. Точка *а* для переменного тока соединена с управляющей сеткой гетеродина через конденсаторы C_8 и C_7;

точка *в* для переменного тока соединена с второй сеткой лампы (являющейся анодом триода гетеродина и экранирующей для пентодной части) через разделительный конденсатор C_6; точка *б* соединена с катодом. Через последнее соединение проходят как переменный, так и постоянный токи.



Фиг. 261. Катушки супергетеродина.

Переменная составляющая анодного тока, проходя по катушке от точки *б* к точке *в*, наводит во всей катушке L_5 переменное напряжение.

Участок *б—в* представляет собой как бы катушку обратной связи, хотя и входит в колебательный контур.

Обратная связь в этой схеме может регулироваться только подбором отношения числа витков участка *б—в* к числу витков всей катушки. Обычно число витков в нижней секции составляет от $^1/_4$ до $^1/_3$ общего числа витков катушки.

Частота, генерируемая гетеродином, зависит от величин L_5, C_{13} и C_8. Конденсатор C_8 (сопрягающий) необходим для того, чтобы по всему диапазону (в данном случае средневолновому) получалась одинаковая промежуточная частота.

Сопрягающий конденсатор имеется и в контуре длинноволнового диапазона. На схеме фиг. 256 он обозначен C_{12}. В коротковолновом контуре его нет.

Подстроечные конденсаторы, включенные параллельно входным и гетеродинным катушкам средневолновых и длинноволновых диапазонов, служат для согласования начальных емкостей контуров в начале каждого диапазона. У коротковолновых контуров подстроечных конденсаторов нет.

Обращаем внимание на конденсатор C_{10}. Он включен параллельно гетеродинной катушке L_6 длинноволнового диапа-

зона, увеличивая начальную емкость контура. Он уменьшает диапазон генерируемых частот, что необходимо для правильного сопряжения контуров длинноволнового диапазона.

Такие детали, как конденсатор C_7 и сопротивление сетки гетеродина R_2, нужны для всех диапазонов; они не переключаются.

Детали и монтаж. Мы имеем в виду, что для постройки супергетеродина читатели используют описанный выше трехламповый приемник, переделав только его первую ступень.

Входные и гетеродинные катушки самодельные. Их устройство показано на фиг. 261. Количество витков и рекомендуемый провод для этих катушек указаны в таблице:

Диапазоны	Коротковолновый		Средневолновый		Длинноволновый	
Катушки	входная L_1	гетеродинная L_4	входная L_2	гетеродинная L_5	входная L_3	гетеродинная L_6
Число витков	8	$7^3/_4$ отвод от 3-го витка	60+20	50+20 отвод от 12-го витка	270+40	110+20 отвод от 16-го витка
Провод	ПЭ 0,5—0,8		ПЭШО 0,15—0,25		ПЭШО 0,15—0,25	

Все катушки наматываются на картонных гильзах от охотничьего ружья диаметром 20 *мм.*

Коротковолновые катушки однослойные намотаны с принудительным шагом с таким расчетом, чтобы общая ширина намотки составляла не более 12 *мм*. Отвод к гетеродинным катушкам припаивается, но так, чтобы при этом не получилось замыкания между витками.

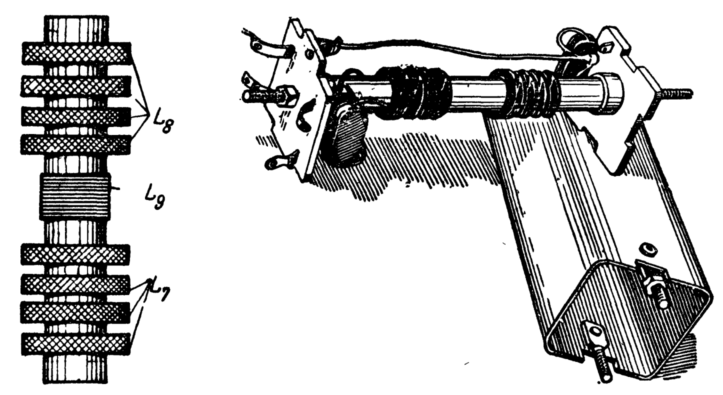
Средневолновые и длинноволновые катушки многослойные наматываются внавал между щечками. Все они имеют подстроечные секции, намотанные на картонных или прессшпановых кольцах по диаметру гильзы и шириной 8—10 *мм*. Каждая подстроечная секция должна иметь возможность передвигаться по каркасу.

Такая конструкция катушек облегчает подстройку контуров и освобождает от кропотливой отмотки или домотки катушек во время налаживания приемника.

Витки подстроечных секций наматываются на кольцах в один-два слоя. Чтобы не было сползания витков, последние скрепляются клеем, расплавленным сургучом или канифолью.

В нижней части каркаса средневолновых и длинноволновых катушек имеются скобочки, сделанные из толстого монтажного провода, которые служат для крепления концов и выводов катушек и соединения их со схемой.

Трансформатор промежуточной частоты — готовый, рассчитанный на частоту 465 *кгц*. Можно использовать трансформатор промежуточной частоты от приемников 6Н-1, «Салют», ВЭФ-М-755 и многих других супергетеродинов. Эти трансформаторы имеют магнетитовые сердечники, а также конденсаторы емкостью по 120 *мкмкф* (на схеме фиг. 256 C_{14} и C_{15}).



Фиг. 262. Трансформатор промежуточной частоты.

Между катушками трансформатора промежуточной частоты наматывается катушка обратной связи (фиг. 262), состоящая из 15—20 витков провода диаметром 0,15—0,2 *мм* в любой изоляции. Выводы от этой катушки пропускаются через гетинаксовую панельку трансформатора. Конденсатор C_{15} для регулировки обратной связи остается тот, что был в описанном ранее приемнике. Переключатель двухплатный, на три положения.

Данные остальных деталей указаны на принципиальной схеме. Величины конденсаторов C_7, C_8, C_{10}, C_{12} и сопротивления R_1, R_2 надо подобрать возможно точнее.

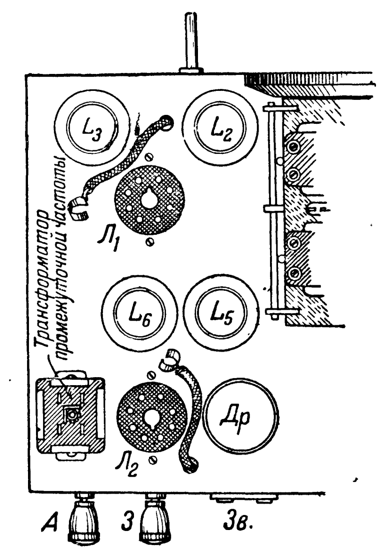
Чтобы переделать трехламповый приемник прямого усиления в супергетеродин, нужно перемонтировать его первую высокочастотную ступень, оставив без изменения остальную часть приемника.

Для этого из трехлампового приемника надо удалить катушки колебательных контуров, дроссель высокой частоты

первой ступени, размонтировать панельку первой лампы, оставив только цепь накала и заземления первого гнезда. Затем на панели шасси вмонтировать трансформатор промежуточной частоты и укрепить катушки. Катушки длинноволнового и средневолнового диапазонов крепятся на панели шасси, а катушки коротковолнового диапазона под панелью шасси возле переключателя диапазонов.

Размещение на шасси деталей, относящихся к преобразовательной ступени супергетеродина, показано на фиг. 263. Монтаж этой части приемника надо производить, руководствуясь принципиальной схемой супергетеродина (фиг. 256).

Конденсатор обратной связи C_{16} можно перенести на заднюю стенку шасси, поместив его вблизи трансформатора промежуточной частоты. Можно заменить его также подстроечным конденсатором емкостью в 5—40 *мкмкф*, присоединив параллельно ему конденсатор постоянной емкости, величина которого должна быть определена опытным путем. Подстроечный конденсатор можно поместить на верхнюю панель шасси рядом с трансформатором промежуточной частоты, а разделительный конденсатор C_{13} из схемы удалить.



Фиг. 263. Расположение деталей на шасси, относящихся к первому детектору супергетеродина.

На месте, освободившемся от переменного конденсатора, можно вмонтировать регулятор тембра.

НАЛАЖИВАНИЕ СУПЕРГЕТЕРОДИНА

Сначала проверяется наличие напряжения на электродах смесительной лампы. На ее аноде должно быть почти полное выпрямленное напряжение, а на экранирующей сетке около 90—110 *в*. Указанное напряжение должно быть при вставленной лампе. Проверив работу низкочастотной части от звукоснимателя и убедившись в ее нормальной работе, можно при-

ступить к подстройке контуров. Сначала настраиваем контуры трансформатора промежуточной частоты, затем гетеродинные и входные.

Магнетитовые сердечники трансформатора промежуточной частоты нужно установить примерно в среднее положение, а цепь обратной связи временно отключить. Антенна и заземление включаются в соответствующие им гнезда. После этого надо настроиться на какую-либо радиостанцию длинноволнового или средневолнового диапазона и, медленно вращая магнетитовые сердечники трансформатора, добиться наибольшей громкости. Если радиостанции сразу слышны не будут, антенну можно присоединить непосредственно к управляющей сетке первой лампы, минуя антенный конденсатор C_1. Произведя предварительную подстройку трансформатора, антенну вновь нужно включить в ее гнездо. Затем, не изменяя настройки приемника, включить обратную связь второго детектора и добиться появления порога генерации. В том случае, когда при изменении емкости конденсатора C_{16} генерация возникать не будет, надо поменять местами концы катушки L_9. Если же генерация не будет срываться даже при полностью выведенных пластинах конденсатора C_{16}, надо увеличивать емкость C_{19}, но не более чем до 200—250 *мкмкф*. Обратную связь надо подобрать такой, чтобы приемник находился в положении, близком к порогу генерации, но не на самом пороге. Это будет соответствовать наибольшему усилению. После этого надо окончательно подстроить в резонанс контуры трансформатора промежуточной частоты магнетитовыми сердечниками и перейти к подстройке гетеродинных и входных контуров.

Здесь порядок подстройки диапазонов не имеет значения, так как каждый диапазон имеет отдельные катушки.

Настройка гетеродинных и входных контуров ничем не отличается от настройки в резонанс контуров приемника прямого усиления. Только теперь этот процесс будет именоваться сопряжением контуров.

Диапазон задается гетеродинными катушками, а затем под них подгоняются входные. В конце диапазона подстройка производится перемещением подстроечных секций, а в начале диапазона — подстроечными конденсаторами. Индуктивность коротковолновых катушек можно изменять путем сближения или раздвижения их витков.

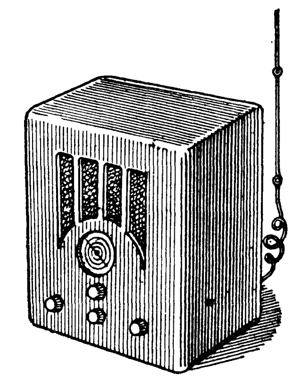
Окончательно налаженный приемник при нормальной наружной антенне и хорошем зеземлении должен обеспечивать громкий прием большого числа вещательных радиостанций

на всех диапазонах. На фиг. 264 показан общий вид радиоприемника в ящике.

Пользуясь приемником, надо помнить следующее: дальние радиостанции средневолнового диапазона хорошо слышны поздним вечером и совсем не слышны днем. Они слышны зимой лучше, чем летом.

Коротковолновые радиостанции, работающие на волнах около 25 *м*, слышны днем лучше, чем вечером. В то же время станции, работающие на волнах около 50 *м*, хорошо слышны вечером и слабее слышны днем и утром.

Настройка на радиостанции коротковолнового диапазона требует большой точности. Достаточно хотя бы на малейшую долю деления перевести ручку переменных конденсаторов, чтобы пропустить 2—3 радиостанции.



Фиг 264. Внешний вид приемника.

Для борьбы с замираниями приема наш супер не приспособлен, так как в нем нет автоматической регулировки чувствительности, которая бывает обычно в более сложных супергетеродинах.

Те из наших читателей, которые пожелают послушать, как работают телеграфные радиостанции советских коротковолновиков, должны установить обратную связь на порог генерации и в таком положении ее производить настройку приемника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы закончили наши беседы, стараясь заложить в них фундамент знаний, необходимых начинающему юному радиолюбителю.

Мы знакомились с основами электро- и радиотехники и одновременно занимались практическими работами по изготовлению ряда сравнительно простых радиоаппаратов.

Теперь перед нами открываются обширные перспективы дальнейшего совершенствования в области радиолюбительства, широкий путь активной общественной и конструкторской работы, изучения новых областей применения радио, о которых не говорилось в этой книге.

Мы хотели бы, чтобы наши юные друзья — читатели этой книги свои дальнейшие шаги в радиолюбительской работе связали прежде всего со своей школой.

Организуйте радиокружки, помогайте своим товарищам стать радиолюбителями, создавайте радиокружки повышенного типа из таких же, как и вы, юных энтузиастов нашей советской радиотехники.

Направьте вашу деятельность прежде всего на помощь радиофикации своей школы, своего колхоза и поселка.

Школьный радиоузел — отличная база для работы вашего радиокружка.

Создавая кружки начинающих радиолюбителей, передавая свой опыт в этих кружках, помогайте своим товарищам строить детекторные и ламповые радиоприемники, увеличивайте число радиофицированных домов в вашем районе. Помогайте оснащению своего школьного физического кабинета.

В сотнях школ радиолюбители своими руками создают прекрасные наглядные пособия для физических кабинетов, строят измерительные приборы, различные макеты и демонстрационные щиты.

Углубляйте свои знания, переходите к изучению более сложных современных радиоприемников, осваивайте супергетеродины!

Перед вами много путей к высотам радиолюбительского мастерства.

Изучайте телеграфную азбуку, постигайте технику коротких волн, и перед вами откроется интереснейшая область любительства — вы станете коротковолновиками. Сначала вы научитесь принимать на свой коротковолновый приемник работу любительских коротковолновых станций, а затем сможете стать операторами на одной из коллективных станций местного Досарма или построить собственный передатчик.

Таков путь радистов, будущих мастеров коротковолновой связи, являющихся резервом связистов Советской Армии.

А сколько увлекательного и полезного открывает занятие измерительной техникой, радиотелемеханикой — т. е. управлением механизмами на расстоянии с помощью радиоволн!

Немало радиолюбителей занимаются звукозаписью: они строят аппараты, с помощью которых записывают интересные радиопередачи, голоса своих родных и друзей, переписывают граммофонные пластинки.

Квалифицированные радиолюбители Москвы и Ленинграда — городов, где уже построены телевизионные центры,—

строят телевизоры и экспериментируют с различными схемами для приема изображений.

А ультракороткие волны! Какие замечательные возможности открывает эта область радиолюбительства!

Ультракоротковолновые установки незаменимы в походах и экскурсиях; с их помощью можно установить телефонную связь между ближайшими школами, держать связь на ходу автомобиля, проводить различные интересные опыты.

На ультракоротких волнах основана вся современная радиотехника: телевидение, радиолокация, радионавигация, использование радио в медицине и в ряде других областей науки.

Радиотехника с каждым днем все шире и шире применяется в самых различных областях нашей жизни, промышленности и народного хозяйства.

Партия и правительство поставили задачу резко повысить темпы радиофикации с таким расчетом, чтобы в течение ближайших лет завершить радиофикацию страны.

Для решения этой крупнейшей государственной задачи, для дальнейшего прогресса отечественной радиотехники нужны многочисленные кадры радиофикаторов, массовый опыт, широкие эксперименты.

Огромную помощь во всем этом окажет советское радиолюбительство, которое справедливо называют народной радиолабораторией.

Тебе, читатель, предстоит найти свое место в этой народной радиолаборатории, предстоит расти, совершенствоваться, повышать свои знания, конструировать, изобретать, выдвигать смелые проекты и со всей страстью энтузиаста осуществлять их.

Пожелаем же на этом пути тебе всяческих успехов, памятуя мудрые сталинские слова: **«...новые пути науки и техники прокладывают иногда не общеизвестные в науке люди, а совершенно неизвестные в научном мире люди, простые люди, практики, новаторы дела».**

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПРИЕМНО-УСИЛИТЕЛЬНЫЕ И ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ ЛАМПЫ И ИХ ЦОКОЛЕВКА

А. Приемно-усилительные лампы переменного тока

Обозначение лампы	Тип лампы	Цоколевка №	Напряжение накала	Ток накала	Напряжение на аноде	Напряжение на экранирующей сетке	Напряжение смещения	Анодный ток	Ток экранирующей сетки	Крутизна характеристики	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление	Сопротивление нагрузки	Выходная мощность
			в	*а*	*в*	*в*	*в*	*ма*	*ма*	*ма/в*	—	тыс. *ом*	тыс. *ом*	*вт*
6Ф5М	Триод	1	6,3	0,3	250	—	—2	1	—	1,6	100	63	—	—
6С5М	Триод	2	6,3	0,3	250	—	—8	8	—	2,2	20	9	—	—
6Ж7	Пентод в. ч.	3	6,3	0,3	250	100	—3	2	0,5	1,2	1 400	1 200	—	—
6К7	Пентод в. ч. варимю	3	6,3	0,3	250	100	—3	7	1,7	1,45	1 200	800	—	—
6К9М	Пентод в. ч. варимю	3	6,3	0,3	250	100	—3	9	2,6	2,0	1 600	800	—	—
6Г7С	Двойной диод-триод	4	6,3	0,3	250	—	—3	1,1	—	1,2	70	58	—	—
6Ф6С	Оконечный пентод	5	6,3	0,7	250	250	—16,5	34	7,0	2,5	—	80	7	3,2
6П3	Лучевой тетрод	6	6,3	0,9	250	250	—14	72	5,0	6,1	130	21	2,5	6,5
6Л6	Лучевой тетрод	6	6,3	0,9	250	250	—14	72	5,0	6,0	135	22,5	2,5	6,5
6V6	Лучевой тетрод	6	6,3	0,45	250	250	—12,5	45	4,5	4,1	—	52	5	4,5
30П1М	Лучевой тетрод	6	30	0,3	110	110	—7,5	45	4	8,5	—	9	1,8	1,6
6Н7С	Двойной триод	7	6,3	0,8	300	—	0	35	—	—	—	—	8	10
6Н8М	Двойной триод	8	6,3	0,6	250	—	—8	9	—	2,6	20	7,7	—	—
6Н9М	Двойной триод	8	6,3	0,3	250	—	—2	2,3	—	1,6	70	44	—	—
6А8	Гептод-преобразователь	9	6,3	0,3	250	120	—3	3,5	2,7	0,51	—	360	—	—
6А10	Гептод-преобразователь	10	6,3	0,3	250	100	0	3,5	8,5	0,45	—	1 000	—	—
6Б8М	Двойной диод-пентод	11	6,3	0,3	250	125	—3	9	2,3	1,12	—	600	—	—
6Х6	Двойной диод	12	6,3	0,3	125	—	—	4	—	—	—	—	—	—

Продолжение

Б. Приемно-усилительные лампы постоянного тока

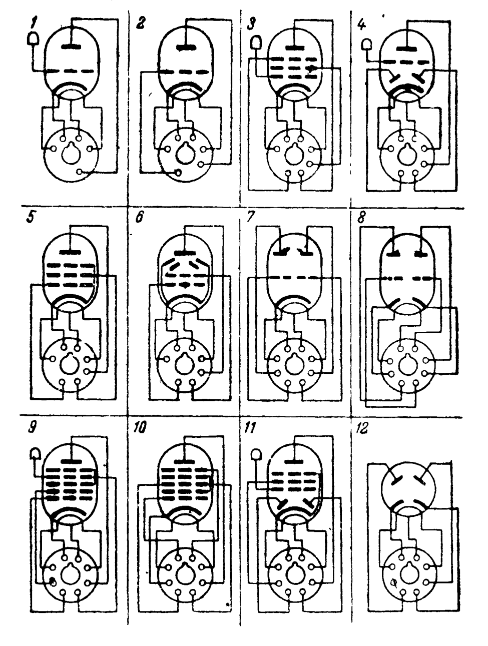
Обозначение лампы	Тип лампы	Цоколевка №	Напряжение накала	Ток накала	Напряжение на аноде	Напряжение на экранирующей сетке	Напряжение смещения	Анодный ток	Ток экранирующей сетки	Крутизна характеристики	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление	Сопротивление нагрузки	Выходная мощность
			в	*а*	*в*	*в*	*в*	*ма*	*ма*	*ма/в*	—	тыс. *ом*	тыс. *ом*	*вт*
2Ж2М	Пентод в. ч.	13	2	0,06	120	70	—1	1	0,3	0,8	1 200	1 500	—	—
2К2М	Пентод в. ч. варимю	13	2	0,06	120	70	—1	2	0,6	0,95	950	1 000	—	—
СО-241	Пентод в. ч. варимю	13	2	0,120	120	70	—1	3,5	0,6	0,95	950	1 000	—	—
УБ-240	Триод	14	2	0,120	120	—	—1	1,5	—	1,55	22	14	—	—
СБ-242	Гептод-преобразователь	15	2	0,160	120	70	0	2,2	2,3	0,45	—	150	—	—
СО-243	Двойной триод	16	2	0,240	120	—	0	6,3	—	—	—	—	10	0,8
СБ-244	Оконечный пентод	17	2	0,185	120	120	—2,5	4	0,75	1,8	—	150	30	0,13
СБ-258	Оконечный пентод	17	1,8	0,320	160	120	—6	10	1,7	2,0	—	80	20	0,45

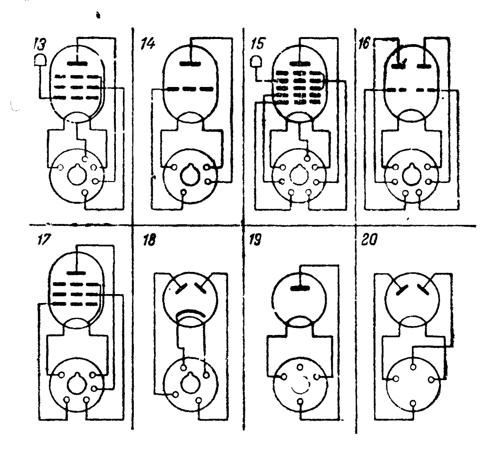
В. Выпрямительные лампы (кенотроны)

Обозначение лампы	Тип лампы	Цоколевка №	Напряжение накала	Ток накала	Наибольшее допустимое напряжение на каждый анод	Наибольший выпрямленный ток	Обозначение лампы
			в	*а*	*в*	*ма*	
5Ц4С	Кенотрон двуханодный	18	5	2	400	125	5Ц4С
ВО-230	Кенотрон одноанодный	19	4	0,7	300	50	ВО-230
30Ц6С	Кенотрон двойной	12	30	0,3	250	90	30Ц6С
ВО-188	Кенотрон двуханодный	20	4	2	500	150	ВО-188

Продолжение

Г. Цоколевка радиоламп





ЗАПОМНИТЕ!

Нумерация контактных ножек-штырьков ламп с октальным цоколем от 1 до 8-го штырька идет от бородки направляющего ключа в направлении движения часовой стрелки. При этом на цоколь лампы или на ламповую панельку надо смотреть снизу.

У большинства ламп нить накала соединена со штырьками *2* и *7*, анод — со штырьком *3*, а экранирующая сетка со штырьком *4*.

Баллон металлической лампы, а также металлизированная поверхность лампы со стеклянным баллоном являются экраном. Он обычно соединен с штырьком *1* и заземляется.

Катод подогревной лампы, как правило, соединен с 8-м штырьком.

Имеющийся на баллоне лампы верхний вывод обычно является управляющей сеткой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ВЫХОДНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ОТ ПРИЕМНИКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА

Тип приемника	Тип выходной лампы	Сопротивление звуковой катушки динамика, *ом*	Сечение сердечника, *см²*	Первичная обмотка		Вторичная обмотка	
				Число витков	Диаметр провода, *мм*	Число витков	Диаметр провода, *мм*
СИ-235	СО-122	1,5	1,5	8 250	ПЭ 0,1	100	ПЭ 0,6
6Н-1	6Ф6	1,7	3,24	2 660	ПЭ 0,13	48	ПЭ 0,69
„Москвич"	30П1М	3,0	2,9	2 500	ПЭ 0,12	54	ПЭ 0,69
„Пионер"	6Ф6	3,0	—	3 500	ПЭ 0,14	78	ПЭ 0,8
„Родина"	2Ж2М	3,0	—	2 000 × 2	ПЭ 0,1	33	ПЭ 0,8
ВЭФ-557	6Ф6	2,1	—	3 200	ПЭ 0,13	66	ПЭ 0,7
„Ленинград"	6Ф6	8,4	—	1 850 × 2	ПЭ 0,12	85	ПЭ 0,8
„Салют"	6Ф6	3,0	5,0	4 000	ПЭ 0,13	86	ПЭ 0,6
6Н-25 и 7Н-27	6Ф6	1,9	4,0	2 000 × 2	ПЭ 0,13	32	ПЭ 0,5
„Электросигнал-2"	6Л6	3,0	4,5	840+1 360	ПЭ 0,13	56	ПЭ 0,9
„Урал-47"	6Ф6	3,0	—	2 700	ПЭ 0,15	63	ПЭЛ 0,69
„Рекорд-47"	30П1М	3,25	2,5	2 200	ПЭ 0,12	87	ПЭ 0,59
„Рекорд"	30П1М	3,25	2,5	1 800 + 1 500	ПЭЛ 0,12	32+53	ПЭЛ 0,55

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ОТ ПРИЕМНИКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА

Название приемника	Мощность, *вт*	Сечение сердечника, *см²*	Сетевая обмотка		Повышающая обмотка		Обмотка накала кенотрона		Обмотка накала ламп	
			Число витков	Диаметр провода, *мм*	Число витков	Диаметр провода, *мм*	Число витков	Диаметр провода, *мм*	Число витков	Диаметр провода, *мм*
СИ-235	40	6,5	760×2 116	ПЭ 0,35	2 280	ПЭ 0,21	29	ПЭ 0,55	16×2	ПЭ 1,0
6Н-1	70	13	(359+55)×2	ПЭ 0,33	1 060×2	ПЭ 0,16	18	ПЭ 0,93	23	ПЭ 1,0
„Пионер"	60	—	441+69+376	ПЭ 0,3	1 250×2	ПЭ 0,14	23	ПЭ 1,0	29	ПЭ 1,0
„Пионер" (радиола), ВЭФ-557 .	60	—	441+69+376	ПЭ 0,4 ПЭ 0,3	1 250×2	ПЭ 0,14	23	ПЭ 1,0	29	ПЭ 1,0
6Н-25	100	—	(280+44)×2	ПЭ 0,41	900×2	ПЭ 0,2	14	ПЭ 0,93	18	ПЭ 1,1
7Н-27	100	—	(280+44)×2	ПЭ 0,41	900×2	ПЭ 0,2	14	ПЭ 0,93	18	ПЭ 1,1
„Урал-47"	—	—	(400+60)×2	ПЭЛ 0,31	1 320×2	ПЭЛ 0,15	20	ПЭЛ 0,8	26	ПЭЛ 0,8
„Салют"	75	13	(350+55)×2	ПЭ 0,33	1 200×2	ПЭ 0,2	17	ПЭ 0,9	21	ПЭ 1,0
„Электросигнал-2"	75	11,2	(400+60)×2	ПЭ 0,33	865×2	ПЭ 0,18	20	ПЭ 0,93	26	ПЭ 1,0
„Ленинград" . .	—	—	(202+31)×2	ПЭ 0,44	600×2+630×2	ПЭ 0,12	10×2	ПЭ 1,0	13	ПЭ 1,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ДРОССЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Тип	Количество витков	Диаметр провода, *мм*	Сопротивление обмотки, *ом*	Сечение сердечника, *см*²
ДМ-1	6 000	0,3 ПЭ	140	12,0
МД-1	4 500	0,35 ПЭ	200	13,5
МД-7	4 500	0,35 ПЭ	120	—
МД-8	4 900	0,38 ПЭ	190	20,0
ДС-5	5 600	0,15 ПЭ	800	6,0
ДС-6	4 000	0,18 ПЭ	320	6,0
ДС-50	8 000	0,2 ПЭ	580	7,0
ДС-60	7 000	0,2 ПЭ	500	7,0
ДС-75	4 300	0,25 ПЭ	200	7,0
ДФ-1	10 000	0,18 ПЭ	1 080	7,5
От приемника СВД-1	6 800	0,12 ПЭ	1 000	2,1
„ „ СВД-М	6 500	0,13 ПЭ	900	2,1
„ „ СВД-9	1 840	0,17 ПЭ	120	2,3
„ „ „Рекорд"	3 000	0,15 ПЭ	290	2,5
„ „ СИ-235	12 600	0,12 ПЭ	—	1,5
„ „ ЭЛС-2	3 000	0,18 ПЭ	215	4,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ ДЛЯ ПИТАНИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ

Типы элементов и батарей	Наименование элементов и батарей	Число элементов в батарее, шт.	Начальная э. д. с., *в*	Начальное рабочее напряжение, *в*	Разрядный ток, *ма*	Емкость, *ач*	Срок хранения, мес.
БАС-80-У-1	Анодная сухая батарея	60	104	102	10	1,05	15
БАС-80-Х-1 (ГПФ)	То же	60	104	102	10	1,05	15
БАС-80-Л-0,9 (РУФ)	„ „	60	94	92	10	0,85	10
БАС-60-Х-0,5 (ГАФ)	„ „	40	70	68	10	0,5	10
БАС-60-У-0,5	„ „	40	70	68	10	0,5	10
БАС Г-60-Х-1,3	„ „	42	74	71	15	1,3	12
БС-70	„ „	50	75	73	20	7,0	10
Б2С-45	„ „	35	47	45	20	8,0	10
БСМВД-45	То же с марганцевовоздушной деполяризацией	36	50	48	20	10,0	8
3СМВД	Сухой элемент	1	1,4	1,35	60	45	9
6СМВД	С марганцевовоздушной деполяризацией	1	1,4	1,3	250	150	9
БНС МВД-500	То же	4	1,4	1,3	500	500	9
БНС-100	Сухая батарея для накала ламп	12	1,54	1,5	150	100	10
1ХСХ-3 „Сатурн"	Элемент круглый для карманного фонаря	1	1,75	1,55	—	2,5	18
КБС-Х-0,55	Карманная батарея сухая	3	4,8	3,7	—	0,55	6
КБС-Л-0,35	То же	3	4,5	3,5	—	0,35	4

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Динамик от приемника (тип)	Мощность, *вт*	Звуковая катушка			Катушка подмагничивания		
		Сопротивление, *ом*	Число витков	Диаметр провода, *мм*	Сопротивление, *ом*	Число витков	Диаметр провода, *мм*
ЭКЛ-34	1	10	112	ПЭ 0,2	2 000	22 000	ПЭ 0,18
СИ-235	0,6	1,5	49	ПЭ 0,25	10 000	37 500	ПЭ 0,1
6Н-1	3	1,7	52	ПЭ 0,23	1 250	11 000	ПЭ 0,16
СВД-9	3	2,5	61	ПЭ 0,2	750	10 000	ПЭ 0,24
„Рекорд“ (1ГДМ-1,5)	1,5	3,25	60	ПЭ 0,16	с постоянным магнитом		—
„Салют“	3	3	60	ПЭ 0,16	1 450	20 000	ПЭ 0,18
„Урал-47“	3	3	67	ПЭ 0,2	1 100	14 400	ПЭ 0,2
ВЭФМ-557	3	2,1	50	ПЭ 0,21	900	11 000	ПЭ 0,18
„Ленинград“	4	8,4	75	ПЭ 0,15	3 000	25 000	ПЭ 0,18
„Родина“ и „Москвич“ (2ГДМ-3)	3	3,8	66	ПЭ 0,18	с постоянным магнитом		—
6Н-25 и 7Н-27	3	1,9	53	ПЭ 0,23	4 500	23 000	ПЭ 0,13
Динамик для трансляционной сети ДАГ-1	0,25	2	49	ПЭ 0,2	с постоянным магнитом		—
Динамик для трансляционной сети 0,35ГД („Малютка“)	0,35	4,3	53	ПЭ 0,12	с постоянным магнитом		—

МАРКИРОВКА ПОСТОЯННЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Для обозначения величины и класса точности постоянных сопротивлений типа ТО применяется условный цветной код. Он основан на том, что каждая из десяти цифр от 0 до 9 обозначается на корпусе сопротивления определенным цветом. Приняты следующие обозначения:

Цифры	Цвет, который соответствует данной цифре	Цифры	Цвет, который соответствует данной цифре
0	Черный	5	Зеленый
1	Коричневый	6	Синий (или голубой)
2	Красный	7	Фиолетовый
3	Оранжевый	8	Серый
4	Желтый	9	Белый

Запомнить эти обозначения не трудно, потому что цвета от красного до фиолетового расположены в том порядке, в каком эти цвета располагаются в радуге.

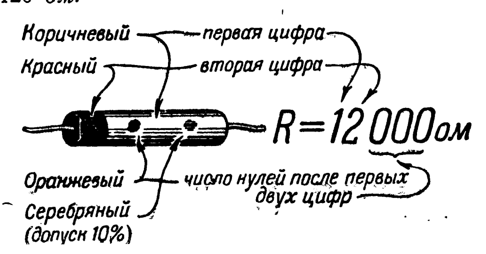
Величину сопротивления обозначают при помощи комбинации цветов, путем окраски корпуса сопротивления и нанесением на него цветных точек или поясков.

Корпус сопротивления окрашивается в цвет первой цифры величины сопротивления, один из его концов — в цвет второй цифры, а точка или поясок в середине корпуса — в цвет числа нулей, которые надо добавить к первым двум цифрам, чтобы получить величину данного сопротивления в омах.

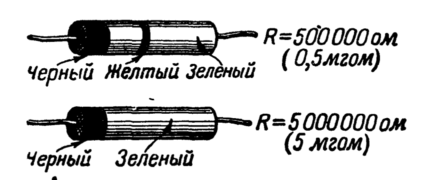
Кроме того, иногда окрашивается в серебряный или золотой цвет и второй конец сопротивления, или на окрашенный корпус наносится вторая точка.

Серебряный цвет означает, что данное сопротивление имеет допуск ± 10%, а золотой — что допуск равен ± 5%. Если серебряное или золотое обозначение на сопротивлении отсутствуют, то это означает, что допуск точности этого сопротивления равен ± 20%, т. е. что действительная величина данного сопротивления может отличаться от величины, обозначенной цветным кодом, на 20% в сторону уменьшения или увеличения.

Первый пример: допустим, что имеется сопротивление, корпус которого окрашен в коричневый цвет, один конец его окрашен в красный цвет, в середине имеется оранжевая и еще серебряная точки. В соответствии с условным кодом величина этого сопротивления будет равна 12 000 *ом* с допуском ± 10%, т. е. его величина может быть в пределах от 11 880 до 12 120 *ом*.



Второй пример: корпус сопротивления окрашен в зеленый цвет, его один конец — в черный цвет и имеется желтый поясок. Эта комбинация цветов соответствует величине сопротивления 500 000 *ом* или 0,5 *мгом* с допуском ±20%.



В том случае, если на средней части окрашенного сопротивления отсутствует цветная точка или поясок, то надо считать, что эта точка или поясок имеют цвет окраски корпуса сопротивления. Если, например, сопротивление окрашено в зеленый цвет, а конец — в черный цвет и нет цветной точки или пояска на корпусе, значит величина его составляет 5 000 000 *ом* (5 *мгом*) с допуском ±20%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

СОКРАЩЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ КОНДЕНСАТОРОВ И СОПРОТИВЛЕНИЙ НА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Для того чтобы не загромождать принципиальные схемы полными обозначениями величин емкостей и сопротивлений, в большей части книги используется система сокращенных обозначений.

Емкость конденсаторов от 1 до 999 *мкмкф* обозначается полной цифрой, соответствующей их емкости в микромикрофарадах без наименования «*мкмкф*».

Емкость конденсаторов от 1 000 до 99 000 *мкмкф* обозначается цифрами, соответствующими количеству тысяч микромикрофарад с буквой Т (что означает тысяч) без наименования «*мкмкф*».

Конденсаторы емкостью от 100 000 *мкмкф* обозначаются в долях микрофарад или целых микрофарадах без наименования, причем целое число микрофарад обозначается цифрой и нулем десятых после запятой.

Например:

Обозначение на схеме	Следует читать
C_1 60	$C_1 = 60$ *мкмкф*
C_6 10 т	$C_6 = 10\,000$ *мкмкф*
C_9 0,1	$C_9 = 0{,}1$ *мкф*
C_{14} 10,0	$C_{14} = 10$ *мкф*

Соответственно с этим величины сопротивлений от 1 до 999 *ом* обозначаются полной цифрой, соответствующей их величине в омах, без наименования «ом». Величины сопротивлений от 1 000 до 99 000 *ом* обозначаются цифрами, соответствующими числу тысяч омов с буквой Т; величины сопротивлений от 100 000 *ом* и больше обозначаются в мегомах без наименования «*мгом*», следовательно:

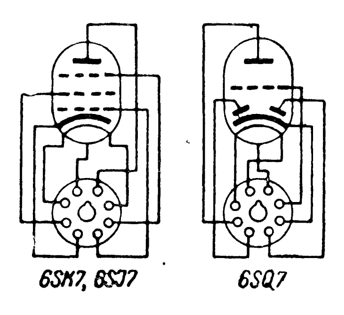
Обозначение на схеме	Следует читать
R_{12} 180	$R_{12} = 180$ *см*
R_6 2 т	$R_6 = 2\,000$ *ом*
R_4 0,25	$R_4 = 0{,}25$ *мгом* (250 000 *ом*)
R_2 1,0	$R_2 = 1$ *мгом* (1 000 000 *ом*)

НОВЫЕ РАДИОЛАМПЫ

В настоящее время выпускается несколько новых типов отечественных металлических одноцокольных и стеклянных пальчиковых приемно-усилительных ламп.

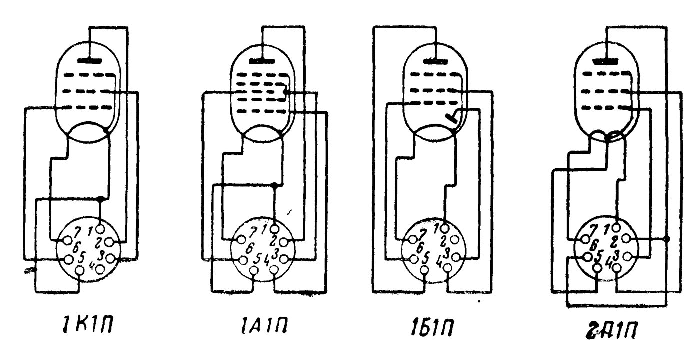
Одноцокольные лампы. К ним относятся пентоды 6SK7, 6SJ7 и двойной диод-пентод 6SQ7. Одноцокольными их называют потому, что все электроды таких ламп выведены на один цоколь (как у лампы 6А10). Эти лампы являются подогревными и, следовательно, предназначены для конструкций с питанием от сети. Напряжение накала ламп составляет 6,3 *в* при токе 0,3 *а*.

По своим рабочим качествам лампа 6SK7 подобна лампе 6К7, лампа 6SJ7 — лампе 6Ж7 и лампа 6SQ7 — лампе 6Г7.



Новые лампы отличаются в основном только цоколевкой (см. схему цоколевки). Их можно применять вместо подобных им старых ламп при том же режиме работы.

Пальчиковые лампы представляют собой экономичные, небольшие по размерам батарейные лампы. В эту серию ламп входят: пентод высокой частоты 1К1П, гептод-преобразователь 1А1П, диод-пентод низкой частоты 1Б1П и оконечный пентод 2П1П. Цоколь у пальчиковых ламп отсутствует. От электродов сквозь стеклянное донышко баллона лампы сделаны выводы в виде заостренных штырьков из никелевой проволоки. Пальчиковые лампы, независимо от типа, имеют по семи штырьков, расположенных по окружности донышка. Соответствующее расположение штырьков обеспечивает правильное включение ламп при установке их в панельках.



Пальчиковые лампы можно успешно применять вместо батарейных ламп 2-вольтовой серии. Лампа 1К1П заменяет лампы СО-241, 2К2М и 2Ж2М, а лампа 1А1П — лампу СБ-242 Пентодная часть лампы 1Б1П может быть использована в ступени предварительного усиления низкой частоты, а ее диодная часть в качестве диодного детектора. Лампу 2П1П можно использовать вместо ламп СБ-244 и СБ-258.

Напряжение накала ламп пальчикового типа составляет 1,2 *в* при токе 60 *ма*. Напряжение анодной батареи должно быть около 90 *в*.

У лампы 2П1П (см. схему цоколевки) имеется две нити накала, которые можно включить либо последовательно, либо параллельно, либо одну из них. В первом случае накальная батарея напряжением 2,4 *в* должна присоединяться к штырькам *1* и *7*. Во втором случае штырьки *1* и *7* соединяются между собой, а источник питания напряжением 1,2 *в* присоединяется одним полюсом к штырьку *5*, а другим — к проводнику, соединяющему штырьки *1* и *7*. В третьем случае батарея присоединяется к штырькам *5* и *7*, либо к штырькам *5* и *1*. При параллельном включении нитей лампы 2П1П ток накала составляет 120 *ма*, в других случаях — 60 *ма*. Выходная мощность этой лампы при включении обеих нитей накала составляет около 0,25 *вт*, а при одной нити в 2 раза меньше.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

АДРЕСА СТАНЦИЙ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ

Центральные станции юных техников союзных республик

РСФСР — г. Москва, центр, проезд Серова, 4, подъезд 6.
Украинская — г. Киев, ул. Кирова, 14.
Узбекская — г. Ташкент, Центральный район, ул. Энгельса, 10.
Грузинская — г. Тбилиси, Плехановский пр., 182.
Азербайджанская — г. Баку, ул. Сурена Осипяна, 3.
Литовская — г. Каунас, ул. Пародос, 22
Таджикская — г. Сталинабад, Почт. ящик № 59.

Республиканские, краевые и областные станции юных техников РСФСР

Алтайская — г. Барнаул, ул. Финударника, 64.
Архангельская — г. Архангельск, Соломбала, ул. Терехина, 7.
Башкирская — г. Уфа, ул. Фрунзе, 32-а.
Горьковская — г. Дзержинск, Горьковской обл., Средняя школа № 5 Чкаловского района.
Грозненская — г. Грозный, пр. Орджоникидзе, 99.
Ивановская — г. Иваново, Советская ул., 250-квартирный дом.
Калужская — г. Калуга, ул. К. Маркса, 1.
Кировская — г. Киров-областной, пл. Большевиков, 48.
Костромская — г. Кострома, ул. Луначарского, 7.
Красноярская — г. Красноярск, Ленинский район, Каменный квартал, 3
Крымская — г. Симферополь, ул. Ленина, 21.
Куйбышевская — г. Куйбышев-областной, ул. Братьев Кростелевых, 146.
Ленинградская — г. Ленинград, Малая Садовая ул., 1, ОблОНО, комн. 97.
Марийская — г. Йошкар-Ола, Советская ул., 141-а.
Молотовская — г. Молотов-областной, Большевистская ул., 210.
Московская — г. Москва, Суворовский бульвар, 12-а.
Мурманская — г. Мурманск, ул. Перовской, 53, ОблОНО.
Новосибирская — г. Новосибирск, Нарымская ул., 3.
Приморская — г. Владивосток, Партизанский просп., 16.
Ростовская — г. Ростов на Дону, просп. Семашко, 25.
Свердловская — г. Свердловск, ул. Р. Люксембург, 56.
Северо-Осетинская — г. Дзауджикау, ул Кирова, сквер Жуковского.
Тамбовская — г Тамбов, ул. М. Горького, 6.
Татарская — г. Казань, почтовый ящик № 61.
Томская — г. Томск, Татарская ул., 16.
Ульяновская — г. Ульяновск, ул. Гончарова, 6
Челябинская — г. Челябинск, ул. Сталина, 49
Чувашская—г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 11.
Ярославская — г Ярославль, Советская ул. 17.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Р

С

Т

У

Ф